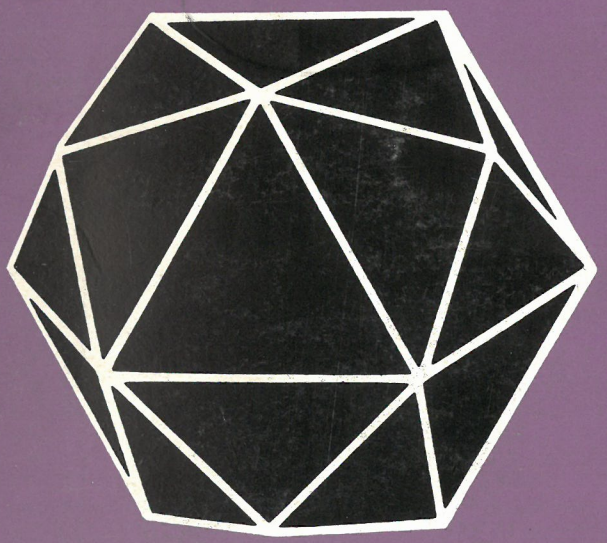
Quaderni di informatica

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici

a cura del Centro Studi Informatica e Automazione Bull Italia



ARCHIVIO STORICO
ASSOCIAZIONE POZZO DI MIELE
FPDM-49
RQDI 140

43
Anno XVIII - Numero 1 - 1992

FPDM-49

Worldwide
Information
Systems

Bull

Quaderni di informatica

Rassegna di tecnologia ed applicazioni degli elaboratori elettronici
Anno XVIII - Numero 1 - 1992

Sommario

L'informatica a supporto del lavoro di gruppo

"Groupware" è un neologismo per indicare un sistema informatico progettato per supportare il lavoro di gruppo. L'articolo presenta un sistema che consente a persone disperse geograficamente di lavorare insieme, in modo efficace ed efficiente, per mezzo di computer e apparati telematici.

K. WATABE

Una strategia per le comunicazioni in ambiente d'ufficio

In questo articolo (che ha connessioni con quello precedente) si prendono in esame le comunicazioni in ambiente d'ufficio dal punto di vista logico e applicativo, proponendo una serie di classificazioni utili a comprendere meglio gli aspetti del problema.

L. FELICIAN

Banche dati di immagini

Archivi di immagini elettroniche gestiti da computer sono ormai una realtà pratica. È perciò opportuno conoscere i principi tecnici su cui si basano ed avere una idea dei loro costi di realizzazione e fruizione.

W. POLESE

La telematica nelle compagnie di assicurazione

L'articolo illustra gli approcci che tre società europee leader del settore assicurativo hanno adottato nella automazione dei servizi periferici e nei collegamenti telematici.

S. CAMPO DALL'ORTO

Analisi delle prestazioni degli elaboratori vettoriali: il DPS90/91

Dopo una introduzione sulla elaborazione vettoriale e il concetto di pipeline, si esamina il problema della stima delle prestazioni di questa classe di macchine. L'analisi teorica è accompagnata da prove sperimentali eseguite sul DPS90/91 della Bull.

A. PAPINI

Direttore Responsabile
Franco Filippazzi

Comitato di Redazione
Antonio Cicu, Carlo Falcetti, Paolo Lupo, Mario Nobile, Giulio Occhini, Fulvia Sala

Segreteria di Redazione
Elena Pighin

Redazione
Bull Italia
Centro Studi Informatica e Automazione
Via G.M. Vida, 11 - 20127 Milano
Tel. (02) 6779 - 3783

Stampa
Caleidograf

Autorizzazione del Tribunale di Milano
n. 93 del 20 Marzo 1974

«Quaderni di Informatica» ospita articoli e contributi di varia provenienza. La responsabilità delle opinioni espresse rimane agli Autori.

La riproduzione di articoli della rivista, o di parte di essi, è consentita solo citando la fonte e l'autore.

L'informatica a supporto del lavoro di gruppo

K. WATABE

NEC Corporation
Systems Research Laboratory
Tokyo

1. Introduzione

La crescente complessità del lavoro ha recentemente imposto all'attenzione forme di collaborazione innovative, quali lo svolgimento di conferenze in tempo-reale ed il processo decisionale di gruppo.
Alcuni *Group Decision Support Systems* (GDSS), ossia sistemi di supporto alle decisioni di gruppo, comprendenti sistemi di teleconferenza, sono stati già sviluppati per soddisfare tali esigenze, e il termine *groupware* [10], ossia la denominazione generica di un sistema progettato per assistere il lavoro collaborativo, è entrato nell'uso corrente. Tuttavia, nessun GDSS del tutto soddisfacente è ancora apparso all'orizzonte.

I sistemi e le architetture per decisioni e interazioni di gruppo finora proposti tendono ad inserirsi nelle specifiche categorie di GDSS proposte da Kraemer e King [11], cioè a) sale di consiglio elettroniche, b) impianti per teleconferenza, c) reti di gruppo, d) centri informativi, e) conferenze decisionali, e f) laboratori di collaborazione. In questo ambito si inseriscono i lavori [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 13, 14] citati nella bibliografia. Però nessuno di questi autori propone lo sviluppo di concetti comuni, atti a supportare il lavoro di gruppo, concetti che possano integrare in modo soddisfacente tutti i sei tipi di GDSS definiti da Kraemer e King.
Questo articolo vuole presentare un passo in questa direzione. Viene qui illustrata, infatti, un'architettura di supporto alla collaborazione di gruppo con cui le varie categorie di GDSS prima citate potrebbero essere integrate, nonchè un sistema computerizzato di videoconferenza basato su tale architettura.

Lo scopo del sistema è di supportare la molteplicità di lavoro collaborativo riportata nella zona punteggiata di Fig.1. Il gruppo di lavoro, che è distribuito geograficamente, viene supportato da un sistema di elaborazione di informazioni molto sofisticato e da un controllo di trasmissione sia sincrono che asincrono.

2. Architettura di supporto alla collaborazione di gruppo

Come mostrato in Fig.2, l'architettura da noi introdotta consiste in un modello di supporto alla collaborazione di gruppo, un modello di sistema di collaborazione di gruppo e un modello di interfaccia per la comunicazione di gruppo.

2.1. Modello di supporto alla collaborazione di gruppo

Si supponga una situazione in cui persone dislocate geograficamente in posti diversi lavorino insieme, collegate tra di loro con dei mezzi di comunicazione, sia in modo sincrono che asincrono.
Tali persone possono tenere conferenze, scambiarsi informazioni, cercare il consenso, prendere decisioni di gruppo, sviluppare software, etc.

La Fig.3 mostra un modello di supporto alla collaborazione di gruppo, il quale, prevede una rete di comunicazione multi-point e agenti per la collaborazione di gruppo.
La rete di comunicazione multipoint è concepita per garantire lo scambio completo delle informazioni di gruppo.

Un "agente per la collaborazione di gruppo" consiste di una unità funzionale di collaborazione di gruppo, una base di conoscenze/informazioni, e una interfaccia utente integrata, nella stessa maniera in cui un sistema di supporto decisionale è composto da un sistema di soluzione dei problemi, un sistema di conoscenza, e un sistema di linguaggi [3], o come un Sistema Esperto consiste di un motore inferenziale, una base di conoscenza e una interfaccia utente.

2.1.1. Unità funzionale per la collaborazione di gruppo (GCFU)

Trattasi di una unità per l'elaborazione delle conoscenze/informazioni, memorizzate nella base omonima. Come mostrato nella Fig.4, essa è composta da quattro strati: supporto comunicazioni, supporto attività di base, supporto

Fig. 1 - L'obiettivo del "groupware", ossia di un sistema di supporto alla collaborazione di gruppo, è rappresentato in figura dalla zona punteggiata.

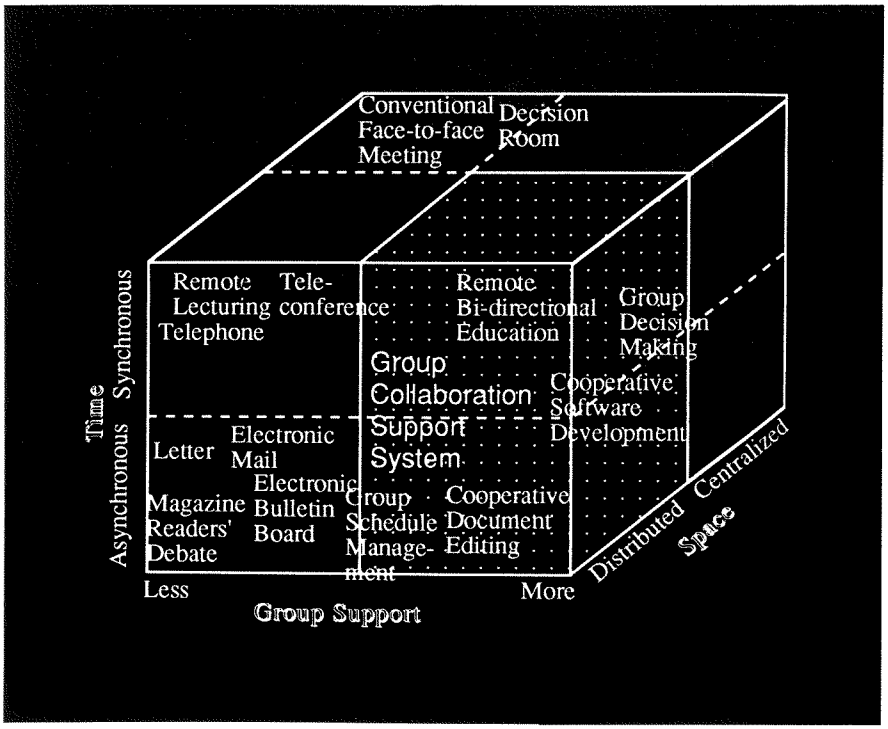
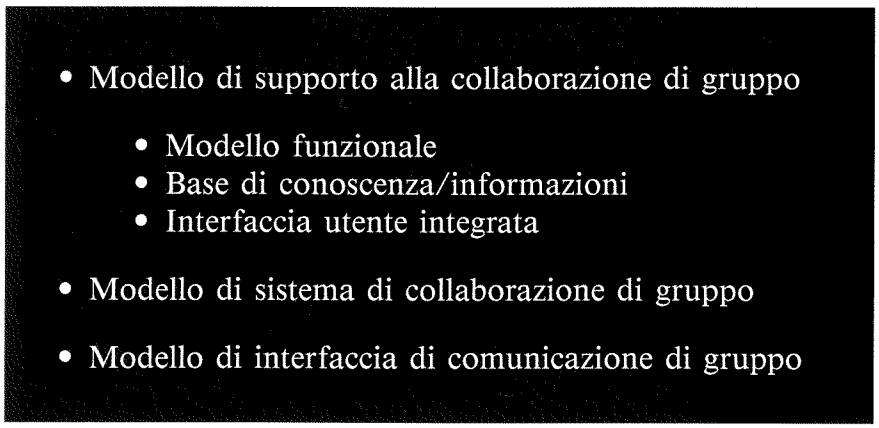


Fig. 2 - Architettura di supporto alla collaborazione di gruppo.



conferenze multi-utente e supporto applicazione collaborativa. Gli strati inferiori servono gli strati immediatamente sovrastanti, su richiesta degli stessi.

Supporto comunicazioni

Lo strato di supporto alle comunicazioni assicura lo scambio di messaggi multimediali tra le varie GCFU.
Ciò è fattibile con una molteplicità di protocolli di comunicazione e di reti. Le reti potrebbero essere: ISDN (Integrated Services Digital Network), LAN (Local Area Network), comunicazioni via satellite, IVD-LAN (Integrated Voice and Data LAN), etc.

Supporto attività di base

Lo strato di supporto attività di base assiste i membri del gruppo nella fase esecutiva del normale lavoro di ufficio, ossia nell'elaborazione documenti, stampa, posta elettronica, gestione dell'agenda personale, utilizzo risorse, gestione indirizzi e comunicazioni in tempo reale, inclusi telefono e facsimile.

Supporto conferenza multiutente

Questo strato fornisce un ambiente per partecipare ad una conferenza multi-utente distribuita, simulando

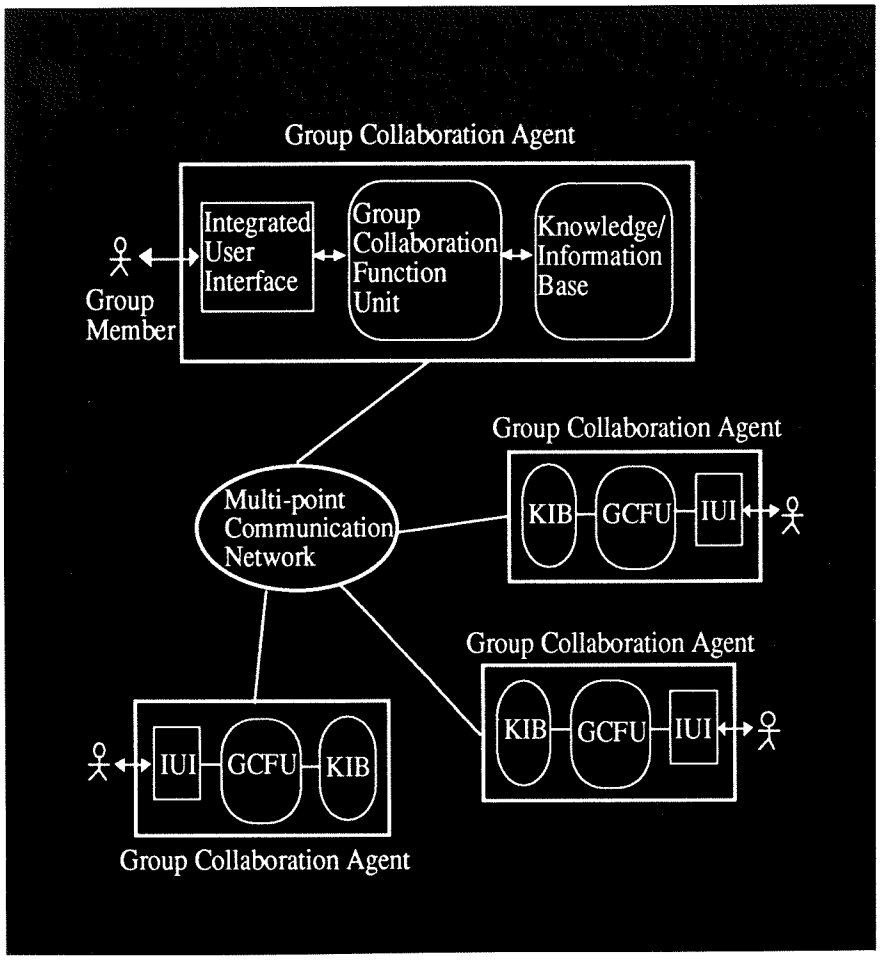
Fig. 3 - Modello di supporto alla collaborazione di gruppo.

Legenda:

GCFU = Group Collaboration Function Unit (Unità funzionale per la collaborazione di gruppo).

KIB = Knowledge / Information Base (Base di conoscenze / informazioni).

IUI = Integrated User Interface (Interfaccia utente integrata).



una reale situazione "faccia a faccia". I partecipanti possono condurre i dibattiti scambiandosi informazioni sotto forma di testi, grafici, immagini, disegni tracciati manualmente, voce e video.

Questo strato utilizza alcuni dei mezzi di cui è dotato lo strato di supporto attività di base, come l'elaborazione documenti, la posta elettronica, le comunicazioni in tempo reale e l'allocazione risorse.

Supporto alla applicazione collaborativa

Lo strato più alto della GCFU è il supporto alla applicazione collaborativa, strato che aiuta i membri del gruppo a lavorare in maniera molto più creativa e produttiva che lavorando invece con mezzi tradizionali, privi di funzioni applicative. Questo supporto include infatti funzioni di supporto per: coordinamento agenda di gruppo, brainstorming, processo decisionale di gruppo, sviluppo congiunto di software, tutoring bi-direzionale remoto e lavoro fatto a casa.

2.1.2. Base di conoscenze / informazioni

Come mostrato nella Fig.4, la base di conoscenze/informazioni è composta da quattro parti: informazioni di comunicazione, conoscenze sulle attività base, conoscenze su conferenze, conoscenze applicative. Ogni parte corrisponde ad uno strato nella unità di supporto collaborazione di gruppo (GCFU).

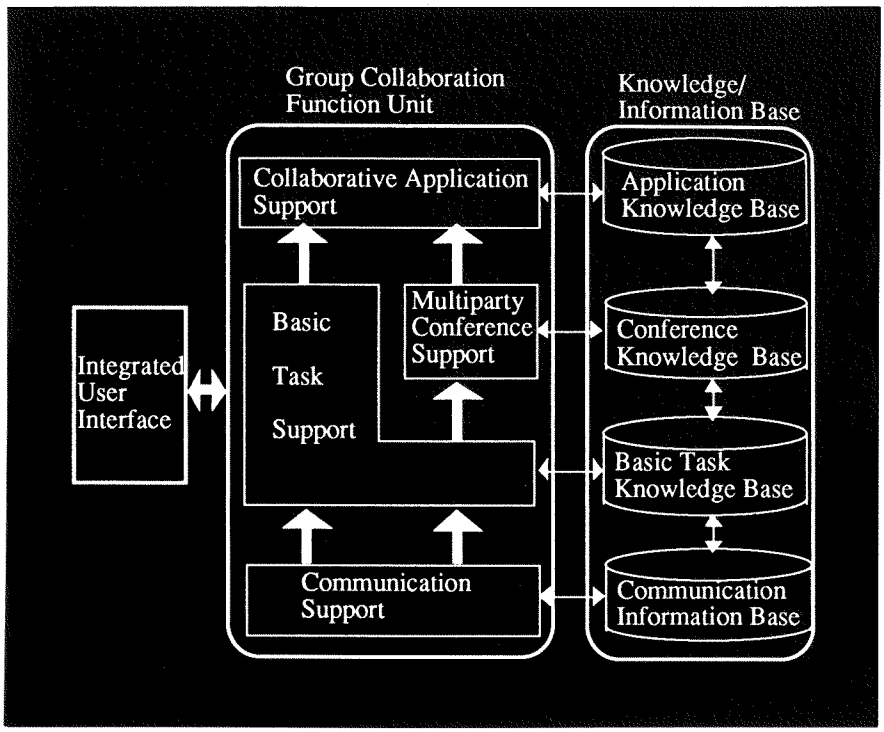
Informazioni di comunicazione

Questa base contiene dati inerenti a comunicazioni fisiche quali: informazioni di instradamento, storia incidenti di rete ed un indice contenente informazioni relative ai membri del gruppo. Tali dati vengono utilizzati dallo strato di supporto comunicazioni nella unità funzionale di collaborazione di gruppo (GCFU).

Conoscenze su attività di base

È da qui che provengono informazioni sulle attività di base, dirette allo strato di supporto attività di base. Si tratta di una base di conoscenza che contiene le regole per la generazione di moduli (Watabe 1988), le norme per trattare la posta con "destinatario sconosciuto", l'identificazione dei server di documenti usati dai singoli membri del gruppo e le norme per la gestione dell'agenda personale.

Fig. 4 - Struttura del
Group Collaboration Agent
(Agente della collaborazione di gruppo).



Conoscenze su conferenze

Questa base comprende informazioni e conoscenze usate principalmente dallo strato di supporto conferenze multi-utente, del tipo: data della conferenza e partecipanti previsti, regole di avvicendamento sul podio, regole di sicurezza e regole di adesione e di ritiro dalla conferenza.

Conoscenze applicative

Questa base comprende la conoscenza dei sistemi applicativi, come le regole di votazione e scrutinio dei voti, di brainstorming, di preparazione collettiva di documenti e le regole per il coordinamento dell'agenda di gruppo. I membri del gruppo possono aggiungere, modificare o cancellare regole a seconda delle loro esigenze.
Questa base viene utilizzata dallo strato di supporto applicazione collaborativa.

2.1.3. Interfaccia utente integrata

L'interfaccia utente integrata fa da intermediario tra i singoli membri del gruppo e l'agente di collaborazione di gruppo.
È "integrata" in quanto comprende i vari livelli funzionali forniti dalla GCFU, come pure le informazioni multimediali usate per far sì che il gruppo lavori efficacemente.

L'interfaccia utente convoglia le richieste di servizio da parte dei partecipanti rivolte alla GCFU e ne ottiene un riscontro, semplificando l'uso di tali servizi. I partecipanti, per esempio, possono accedere ad informazioni da fonti remote, manipolare tali informazioni, creare documenti e presentarli in modo costruttivo agli altri membri.

2.2. Modello di sistema di collaborazione di gruppo

Il nostro modello di sistema di collaborazione di gruppo è sostanzialmente del tipo "client-server". Le apparecchiature col ruolo di server mettono a disposizione dei partecipanti interfacce atte ad agevolare l'interazione con il sistema.
I "server" forniscono invece le funzioni per lo svolgimento del lavoro del gruppo, ogni server essendo specializzato in una specifica funzione.

La tabella di Fig.5 mette in relazione gli elementi dell'agente per la collaborazione di gruppo con i server di collaborazione di gruppo.
Le funzioni di questi sono qui di seguito illustrate.

Server di applicazione collaborativa

Il server di applicazione collaborativa provvede ad un coordinamento molto sofisticato per migliorare l'efficienza dei membri del gruppo e l'efficacia del lavoro di gruppo. Comprende: un Group Decision Support System (GDSS), ossia un sistema di supporto alle decisioni di gruppo, un sistema di sviluppo congiunto di software, la preparazione collettiva di documenti, il tutoring bi-direzionale remoto e la gestione dell'agenda di gruppo.

Server di gestione conferenza

Il server di gestione conferenza gestisce nel suo complesso l'avanzamento di una conferenza. Controlla

Fig. 5 - Agenti della collaborazione di gruppo e corrispondenti server.

Group Collaboration Agent	Group Collaboration Servers
Collaborative application support	Collaborative application server
Multiparty conference support	Conference management server
	Conference information server
Basic task support	Basic task support server
	Document / form server
	Mail server
	Print server
Communication support	Local Communication server
	Multi-domain communication server
Integrated user interface	Client

la convocazione, l'apertura e la chiusura della conferenza, l'adesione o l'abbandono da parte degli interessati, la richiesta o cessione del podio e lo stato della conferenza. Il server provvede inoltre al ripristino dopo un disservizio. Funziona solo finchè la conferenza è aperta.

Server di informazioni sulla conferenza

Su richiesta, il server in oggetto fornisce informazioni inerenti alle conferenze tenutesi, a quelle future e a quelle in corso. Fornisce, inoltre, titolo della conferenza, data e ora, nome del presidente e dei partecipanti, agenda, informazioni sul materiale usato o da usare, verbali, preavvisi, ecc.

Server di supporto attività di base

Questo server fornisce agli utilizzatori l'elaborazione di moduli, la prenotazione delle risorse (sale riunioni, proiettori di trasparenze, partecipanti, ecc.), ed i supporti di comunicazione in tempo reale come telefono e facsimile.

Server per documenti/moduli

Questo server gestisce l'estrazione e la memorizzazione, secondo le richieste dell'utilizzatore, di documenti, come ad esempio il programma ed i verbali della conferenza, e database relativi.
Supporta i membri del gruppo nella creazione e trattamento di documenti/moduli, garantendo la sicurezza nelle operazioni di estrazione ed aggiornamento.

Server di posta elettronica

Questo server gestisce la posta elettronica tra i membri del gruppo, ed in particolare i messaggi riservati, le circolari e le raccomandate.

Server di stampa

Definito "partizione" (domain) un insieme di utenti cui sono trasmesse informazioni quasi contemporaneamente (in genere tramite una rete locale LAN), il server di stampa gestisce le code di stampa e lo spooling, in base alle richieste di utilizzatori appartenenti o no alla partizione.

Server di comunicazione locale

Ciascuna partizione ha un server di comunicazione locale il quale concilia e integra differenze specifiche del supporto fisico di comunicazione e delle vie fisiche di trasmissione e pilota gli altri server.
Esso consente l'interazione della partizione con l'ambiente esterno, tramite il server di comunicazione multipartizione.

Server di comunicazione multi-partizione

Questo server assicura la comunicazione tra clienti controllando l'instradamento delle trasmissioni e il flusso delle informazioni tra le partizioni.

Apparecchiatura client

Fornisce ai membri del gruppo delle interfacce user-friendly per facilitare le interazioni con l'agente.

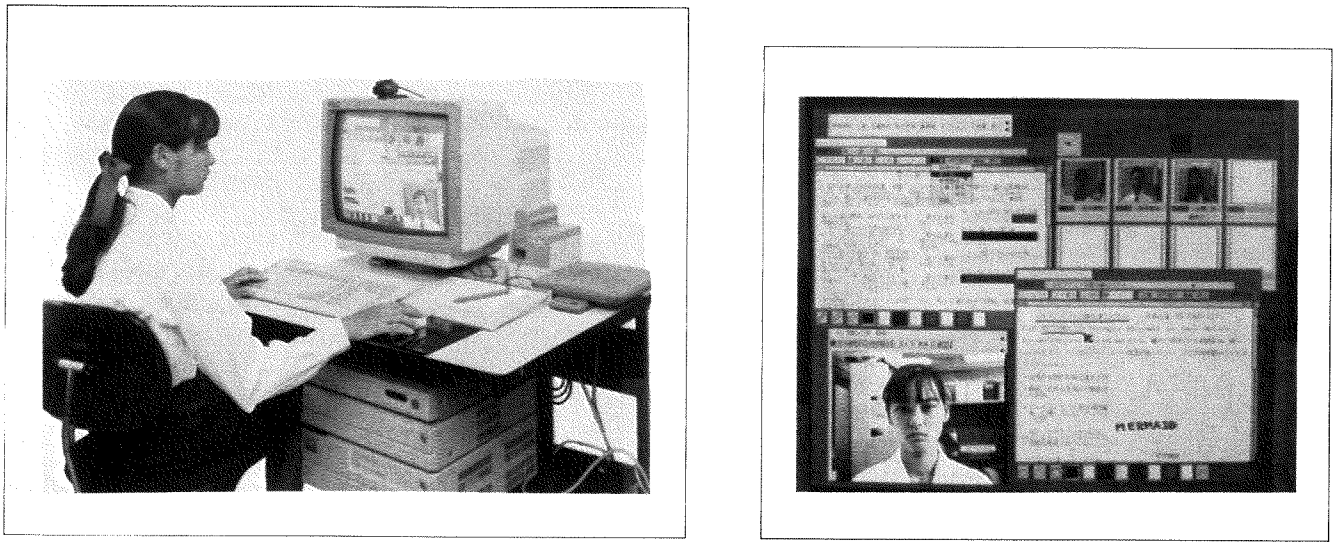


Fig. 6 - Sistema MERMAID: (a) stazione di lavoro (b) esempio di videata

2.3. Modello si interfaccia di comunicazione di gruppo

Per lo scambio di informazioni nell'ambito del modello di supporto alla collaborazione di gruppo, vengono qui introdotti due tipi di protocolli: protocolli di presentazione utente e protocolli di gestione del lavoro di gruppo.

Protocolli di presentazione utente

I protocolli di presentazione utente specificano le interazioni tra clienti per lo scambio di informazioni. Si può trattare di: convocazione, apertura e chiusura della conferenza, adesione e abbandono dinamici, presentazione e avvicendamento sul podio.

Protocolli di gestione del lavoro di gruppo

Sono protocolli definiti per le comunicazioni tra client e server.
I servizi del tipo: registrazione di conferenze in atto e quesiti inerenti a dettagli sulla conferenza, vengono supportati da tali protocolli, che includono comandi come:

PARLA, COLLEGATI, SCOLLEGATI, DISTRIBUISCI, CREA, LEGGI, SCRIVI, CERCA e PRENOTA.

3. Il sistema MERMAID

Il sistema MERMAID (*Multimedia Environment for Remote Multiple Attendee Interactive Decision-making*) è un prototipo di sistema computerizzato di videoconferenza, basato su questa architettura di supporto alla collaborazione di gruppo. È concepito per fornire ai membri di un gruppo di utenti anche geograficamente molto dispersi, seduti alle loro scrivanie, un contesto ambientale per tenere conferenze multi-utente, sia in modo formale che informale.

3.1. Configurazione del sistema

3.1.1. Generalità

La Fig.6(a) mostra un partecipante che utilizza il sistema, mentre la Fig.6(b) riporta un esempio di videata. Il sistema consiste di una stazione di lavoro (NEC EWS4800), una tastiera, un mouse, un blocco per note elettronico, uno scanner di immagini, un altoparlante con microfoni, una video camera, un video processore, un video CODEC ed un corredo di software a base UNIX. Il blocco per note elettronico, lo scanner di immagini, la video camera, il video processore e video CODEC, benchè opzionali, sono consigliati. Si usa X-Window come interfaccia utente multifinestra.

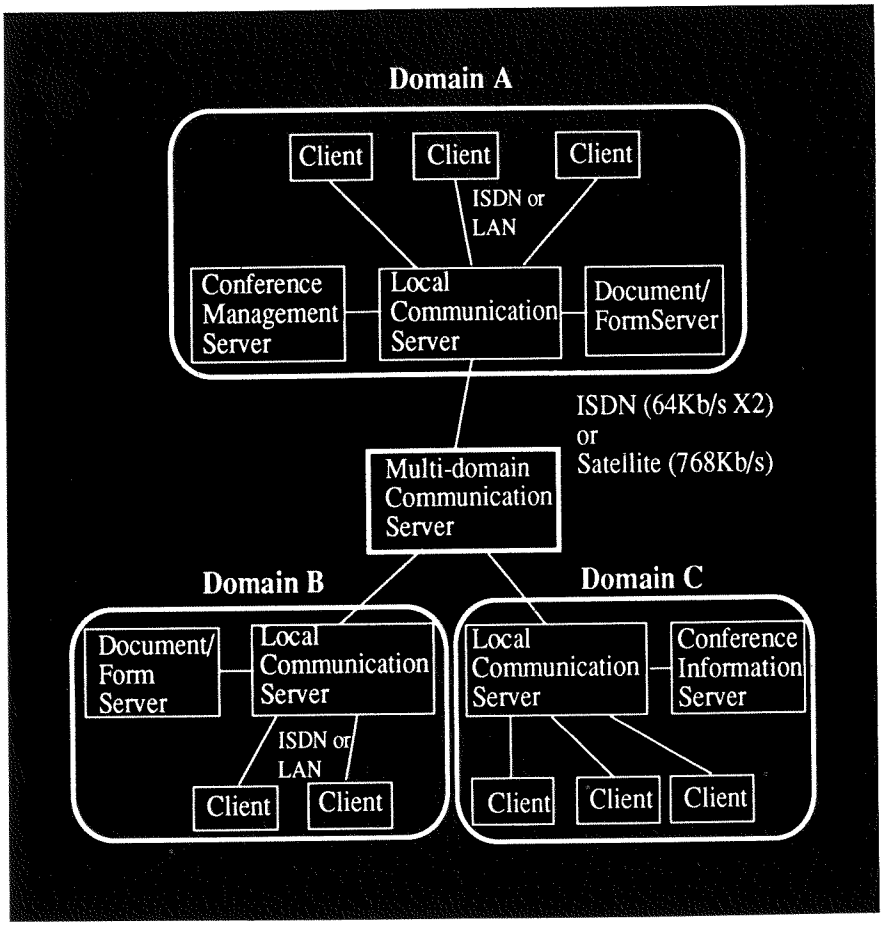
3.1.2. Supporti di comunicazione

Per trasmettere dati, voce e video, il network N-ISDN (Narrow-band Integrated Services Digital Network) mette a disposizione due canali a 64Kb/s (canali B) uno dei quali per i dati e per la voce, con 32Kb/s massimo per ciascuno. L'altro canale B trasmette le immagini dei vari partecipanti, codificate con il video CODEC. Grazie a questi canali specializzati, il sistema MERMAID è in grado di offrire le proprie prestazioni ai partecipanti con tempi di risposta ragionevoli. Inoltre, la qualità del video e della voce è adeguata alle esigenze di comunicazione della conferenza.

La trasmissione via satellite (768Kb/s) è un'alternativa alla rete N-ISDN. Grazie ad una banda più ampia rispetto a quella della N-ISDN, il suo impiego migliora la velocità di trasferimento dati, come pure la qualità del video e della voce.

Una Local Area Network (LAN) può essere usata per la trasmissione locale di dati.
Le voci dei partecipanti vengono miscelate e trasmesse simultaneamente a tutti i partecipanti.

Fig. 7 - Configurazione del sistema MERMAID



Ognuno è libero, quindi, di parlare immediatamente.

Ogni "client" dispone di un video CODEC per l'elaborazione delle immagini dei partecipanti. Il CODEC converte i segnali video in segnali digitali che poi comprime, mentre decomprime i segnali digitali ricevuti e li converte in segnali video. Il sistema controlla la proiezione, sugli schermi dei partecipanti, della immagine del partecipante sul podio, che può quindi disporre delle lavagne elettroniche della conferenza. L'avvicendamento dinamico delle immagini nella finestra del video è compito del server di gestione conferenza.

L'immagine di un partecipante viene trasmessa, analogamente ai dati, tramite i server di comunicazione e il server di comunicazione multipartizione, salvo che i segnali video (NTSC) vengono trasformati dal CODEC in segnali digitali e questi vengono a loro volta decodificati dal CODEC sulle apparecchiature "client" prima della loro visualizzazione sullo schermo della stazione di lavoro del partecipante.

3.1.3. Configurazione del sistema

La Fig.7 rappresenta la configurazione del sistema MERMAID, sistema progettato in modo tale che un numero qualsiasi di persone, da una molteplicità di ambienti o partizioni, possano partecipare ad una conferenza simultaneamente. Il numero di conferenze che possono avvenire in simultaneità nel sistema è limitato solo dalla velocità di elaborazione della stazione di lavoro e dai supporti di trasmissione.
Il sistema comprende: un client, un server di comunicazione, un server di informazioni conferenza, un server di gestione conferenza e dei server documenti/moduli. Una partizione può consistere di: un client, un server di comunicazione locale, un server di informazioni conferenza, un server di gestione confenza e più server documenti/moduli. Le partizioni sono interconnesse tramite il server di comunicazione multipartizione.
Il server di comunicazione multipartizione, il server di comunicazione locale, il server di gestione conferenza e il server di informazioni su conferenza hanno le stesse funzionalità precedentemente descritte per il modello di sistema di collaborazione di gruppo.

3.2. Funzioni di servizio e interfaccia umana

Le principali funzioni fornite dal sistema MERMAID sono:

Prima e dopo la conferenza

Elaborazione documenti multimediali: i partecipanti possono creare ed editare documenti multimediali usando editor speciali quali: editor di annuncio conferenza, editor di informazioni personali e editor di verbale della conferenza.

Convocazione: l'organizzazione può convocare i partecipanti a una conferenza in due modi.
Secondo il primo metodo, quando l'annuncio della conferenza, con i nomi dei partecipanti, è stato preparato anticipatamente e posto nella lista "annunci", l'organizzatore sceglie semplicemente da tale lista l'annuncio desiderato, dopodichè i partecipanti saranno convocati.
Il secondo metodo consiste nel selezionare i singoli nomi da una rubrica e avvisare direttamente i partecipanti.

Durante la conferenza

Lavagne per lo scambio di informazioni: il presentatore di turno può utilizzare le lavagne elettroniche, visualizzate sullo schermo dei partecipanti, per presentare loro documenti e altre informazioni in tempo reale.

Presentazione in tempo reale: ogni partecipante può manovrare sulla lavagna il proprio puntatore colorato, spostando il mouse.
Tutti i puntatori appaiono sulle lavagne di tutti i partecipanti quasi contemporaneamente, mentre l'immagine del presentatore di turno è sempre presente sugli schermi di tutti i partecipanti.
Questi possono spostare la finestra-video in qualsiasi punto dello schermo e cambiarne liberamente la dimensione, ingrandendola ad esempio alla dimensione dello schermo, premendo un pulsante del mouse.

Quando un partecipante nel corso della conferenza desidera inviare l'immagine di un documento, egli può introdurlo in uno scanner di immagini e inviarlo a tutti i partecipanti.

Lavagne e blocchi-appunti multipli: un partecipante può vedere e gestire contemporaneamente documenti multipli sulla sua lavagna elettronica e sul suo blocco-appunti elettronico.
Può tagliare parti di un documento e incollarle ad altri documenti.

Quattro modi di avvicendamento sul podio: il sistema MERMAID consente quattro modi di avvicendamento. 1) Nel modo "designazione", il presidente sceglie l'oratore successivo. 2) nel modo "staffetta", il primo oratore designa il successivo, 3) nei modo "primo arrivato primo servito" (first-in-first served) il podio viene ceduto secondo l'ordine della coda di richiesta podio, 4) nel modo "libero" tutti i partecipanti possono manovrare simultaneamente la lavagna comune.
All'inizio della conferenza, il presidente deve scegliere uno tra questi quattro metodi.

Adesione ed abbandono dinamici: i membri che arrivano in ritardo alla conferenza possono prevedervi parte con il consenso del presidente. I partecipanti possono richiedere, inoltre, il permesso di abbandonarla prima del termine.

Accesso a basi di dati: i partecipanti possono accedere a basi di dati commerciali oppure della propria azienda, per presentare dati/informazioni a titolo dimostrativo durante la conferenza.
I dati/informazioni estratti possono essere staccati e applicati sulla lavagna.

3.3. Funzionalità principali

Il sistema MERMAID offre una vasta gamma di funzionalità che favoriscono l'interazione tra i partecipanti.

Tempo reale multi-utente su area estesa

Mentre i sistemi tradizionali di teleconferenza si limitano ad un collegamento punto a punto tra sedi singole, il sistema MERMAID invece può collegare un numero rilevante di sedi singole su una rete di teleconferenza molto estesa.

Supporto conferenza flessibile

Il sistema MERMAID offre svariate funzionalità di supporto flessibili per conferenze, comprendenti lavagne elettroniche, avvicendamento al podio e possibilità di adesione e abbandono dei partecipanti durante la conferenza.

Trasmissione e presentazione multimediale

I partecipanti possono creare e distribuire documenti multimediali, come testi, immagini, grafici e disegni eseguiti a mano.
Possono aggiungere commenti usando il blocco appunti elettronico e, con manipolazioni del mouse, evidenziare la presentazione visiva dei documenti in corso.
Possono interagire in diretta su canale video e voce.

Interfaccia user-friendly

L'utilizzatore preso in considerazione è il personale generico di ufficio: manager, impiegati, segretarie e tecnici, normalmente senza esperienza informatica.
Come interfaccia multifinestra è stato adottato X-Window in quanto gradevole alla vista e dotato di "bottoni", pull-down menu e pop-up menu, facilmente manipolabili anche da utilizzatori principianti.

Economicità

A differenza dei tradizionali sistemi di video-conferenza che richiedono apparecchiature specializzate e aule speciali molto costose e dedicate esclusivamente alle conferenze, MERMAID utilizza solo tipi standard di stazioni di lavoro, di periferiche e apparecchiature di telecomunicazione, previsti cioè per lavori di routine.
I partecipanti privi di video processore hanno ugualmente la possibilità di assistere alla conferenza, usando le loro stazioni di lavoro e telefoni.

3.4. Analisi critica

Il sistema MERMAID è stato collaudato con pieno successo in riunioni che abbracciano fino a tre sedi, con un numero di partecipanti compreso generalmente tra due e otto. Fra i temi delle conferenze citiamo: specifiche di software, pianificazione delle attività di ricerca e sviluppo, rapporti su avanzamento lavori, etc.

Correlazione tra numero di partecipanti e rallentamento della trasmissione dati: i partecipanti hanno riscontrato solo un lieve rallentamento pur aumentando notevolmente di numero.

Voce: è stata il mezzo di comunicazione più semplice e più usato, con l'inconveniente però che, quando i partecipanti non si conoscono ancora, fanno fatica a stabilire chi ha pronunciato una certa frase.

Video: la visualizzazione dei visi dei partecipanti sugli schermi delle stazioni di lavoro contribuisce all'efficacia visiva della conferenza. Facilita il rapporto umano tra i partecipanti, porta la discussione su un piano più amichevole e accelera lo svolgimento di discussioni informali. L'impiego del video si è rivelato utile anche per presentare e spiegare direttamente documenti tenuti in mano.

Telescrittura e digitazione: l'impiego della telescrittura si è rivelato utile per spiegazioni e commenti supplementari su documenti presentati sulla lavagna. Alcuni partecipanti hanno preferito la telescrittura (manoscritta) per i verbali della conferenza, mentre solo raramente hanno usato la tastiera durante le riunioni.

Telepuntamento: le persone di turno sul podio spesso puntano su parti di documento che stanno illustrando. Anche se tutti i partecipanti possono farlo, in pratica il telepuntamento è usato raramente tranne che dalla persona di turno sul podio.

Metodi di avvicendamento sul podio: ci sono diversi criteri di avvicendamento. Quando si incontrano persone di livello aziendale quasi equivalente, i metodi più diffusi sono quelli della "staffetta" e del "primo arrivato, primo servito", mentre il metodo di "designazione" è stato preferito in riunioni di persone di livello diverso o con un presidente di autorità indiscussa. Le sessioni di "brainstorming" hanno invece fatto largo impiego del modo "libero".

4. Conclusione

Questo articolo descrive un sistema computerizzato di videoconferenza (MERMAID) e l'architettura su cui si basa. Questa architettura è stata concepita per consentire a membri di un gruppo dispersi geograficamente di lavorare insieme contemporaneamente o in tempi diversi, con efficienza ed efficacia, per mezzo di computer e di apparecchiature di telecomunicazione.

L'autore dell'articolo e i suoi collaboratori hanno apprezzato giorno per giorno l'utilità e fattibilità del sistema MERMAID e stanno lavorando al suo miglioramento per un suo impiego su vasta scala. Il passo successivo sarà la costruzione di sistemi di applicazioni collaborative, come sistemi per lo sviluppo congiunto di software, sistemi di supporto alle decisioni di gruppo e sistemi di tutoring bi-direzionale remoto.

NOTA: Questo lavoro è stato presentato alla IEEE Conference on Computers and Communication, Phoenix (USA), 1990.

Riferimenti bibliografici

[1] E.J. Addeo, A.D. Gelman, and A.B. Dayao, *"Personal Multi-media Multi-point Communication Services for Broadband Networks,"* IEEE Proceedings of Grobecom, pp.53-57, 1988.

[2] S.R. Ahuja, R.B. Connaghan, J.R. Ensor, et. al., *"Network Support for Distributed Collaborations"*, IFIP WG8.4 Groupware Technology Workshop, August, 1989.

[3] R.H. Bonczek, C.W. Holsapple, and A.B. Whinston, *"Future Directions for Developing Decision Support Systems,"* Decision Sciences, Vol.11, No.4, pp.616-631, 1980.

[4] Tung X. Bui and Matthias Jarke, *"Communications Design for Co-oP: A Group Decision Support System,"* ACM Trans. on Office Information Systems, Vol.4, No.2, pp.81-103, April 1986.

[5] Peter G. Cook, Clarence A. Ellis, and Gail L. Rein, *"Meetings Research - A Nick Retrospective,"* Office Knowledge: Representation, Management, and Utilization, North Holland, Amsterdam, 1988.

[6] Thore Danielsen, Uta Pankoke-Babatz, Wolfgang Prinz, Ahmed Patel, et. al., *"- The Amigo Project - Advanced Group Communication Model for Computer-Based Communications Environment,"* Proc. Conf. on Computer-Supported Cooperative Work, pp.115-142, 1986.

[7] H. Forsdick, *"Explorations into Real-Time Multimedia Conferencing,"* Proc. IFIP TC6 Int'l. Symp. on Computer Message Systems pp.331-347, Sept. 1985.

[8] I. Greif and S. Sarin, *"Data Sharing in Group Work,"* Proc. Conf. on Computer Supported Cooperative Work, pp.175-191, 1986.

[9] Robert Johansen, Jeff Charles, Robert Mittman and Paul Saffo, *Groupware: Computer Support for Business Teams,* The Free Press, New York, 1988.

[10] Peter Johnson-Lenz and Trudy Johnson-Lenz, *"Groupware: The Emerging Art of Orchestrating Collective Intelligence,"* 1st Global Conf. on the future, Toronto, Canada, 1980.

[11] K L. Kraemer and John Leslie King, *"Computer-Based Systems for Cooperative Work and Group Decision Making,"* ACM Computing Surveys, Vol.20, No.2, pp.115-146, June 1988.

[12] Shiro Sakata and Tetsuo Ueda, *"Real-time Desktop Conference System Based on Integrated Group Communication Protocols,"* Proc. Int'l. Phoenix Conference on Computers and Communications, pp.379-384, March, 1988.

[13] Mark Stefik, Gregg Foster, Daniel G. Bobrow, Kenneth Kahn, Stan Lanning, and Lucy Suchman, *"Beyond the Chalkboard: Computer Support for Collaboration and Problem Solving in Meetings,"* Communications of ACM, Vol.30, No.1, Jan. 1987.

[14] Douglas R. Vogel, J. F. Nunamaker, Jr., Joey F. George, and Alan R. Dennis, *"Group Decision Support Systems: Evolution and Status at the University of Arizona,"* Organizational Decision Support Systems, North-Holland, 1988.

[15] Kazuo Watabe and Kunitoshi Tsuruoka, *"A Form Generation Method Through Form Title Analysis,"* Office Knowledge: Representation, Management, and Utilization, North Holland, Amsterdam, 1988.

[16] Kazuo Watabe, Clyde W. Holsapple, and Andrew B. Whinston, *"A MCDM-based Support Method for Japanese Style Group Decision Making,"* SIG IS, Information Processing Society of Japan, 89-IS-25-1, 1989 (in Japanese).

Una strategia per le comunicazioni in ambiente d'ufficio

LEONARDO FELICIAN

Dipartimento di Elettronica e Informatica
Università di Trieste

1. Introduzione

Nelle imprese di servizi che stanno cambiando a seguito della maturazione di soluzioni organizzative pensate in funzione delle nuove possibilità tecnologiche, la comunicazione e non l'elaborazione è la chiave delle attività d'ufficio. L'elaboratore, cuore delle strategie informatiche dell'azienda, si sta già oggi trasformando in *switchboard* intelligente, capace di instradare verso i diversi utenti messaggi, documenti, archivi, transazioni e perfino programmi: l'archiviazione e la comunicazione non sono più due temi separati, ma due facce complementari dello stesso problema.

L'esistenza di un buon sistema di comunicazione dell'informazione costituisce un vantaggio competitivo e possiede un valore economico per un'impresa: tanto i costi di gestione, quanto l'immagine dell'azienda sul mercato dipendono in maniera significativa dalle comunicazioni, che possono moltiplicare l'efficienza e l'efficacia, cioè la produttività così come viene definita nella realtà aziendale post-tayloristica.

La necessità di avere buoni sistemi di comunicazione è tanto più vera nell'Europa Comunitaria, che dispone della rete di comunicazione più densa del mondo: 2,5 milioni di km di strade, 30.000 km di autostrade, 120.000 km di ferrovie, più di 170 milioni di telefoni, 600.000 linee di telex e 4 milioni di personal computer.

È del resto una storia con origine lontane: pare che la leggendaria fortuna della famiglia Rotschild sia incominciata con il barone Nathan (1777-1836), che disponeva di una rete di informazioni più tempestiva di quella dei regnanti e dei governi dell'epoca. Grazie a una capillare organizzazione di piccioni viaggiatori, nel 1815 fu il primo a ricevere la notizia della disfatta di Napoleone a Waterloo, e la sfruttò agendo di conseguenza sulla borsa di Londra.

Gli strumenti odierni sono certamente diversi, perchè un sistema di comunicazione efficiente su piccole quantità di informazione può non risultare più a lungo efficiente al crescere dei volumi trattati. È necessaria però una riflessione approfondita, perchè gli investimenti delle aziende nell'area delle comunicazioni d'ufficio sono già cospicui e sono certo destinati a crescere notevolmente in prospettiva. Al tempo stesso, l'obsolescenza tecnologica dei prodotti hardware, alla quale i fornitori hanno ormai da tempo abituato gli utenti, rende necessario ammortizzare in tempi assai brevi gli investimenti effettuati.

A questo fine non esiste altra alternativa che quella di scegliere un disegno logico di architettura di comunicazioni in ambiente d'ufficio che — rispecchiando necessità applicative e organizzative dell'azienda — resti costante attraverso il cambiamento tecnologico necessariamente in atto. Bisogna in definitiva essere in grado di disegnare uno *schema* delle comunicazioni nella propria azienda, separando le caratteristiche logiche da quelle fisiche, così come è stato fatto negli anni '70 nel campo delle basi di dati.

Mirando con una certa ampiezza d'orizzonte alle comunicazioni in ambiente d'ufficio, si possono riunire diverse tematiche, affrontate finora in maniera separata e scollegata in settori diversi:

- all'interno dell'*Office Automation:* elaborazione testi centralizzata o distribuita, posta elettronica;
- all'interno del trattamento della carta: archiviazione di massa, gestione delle stampanti laser, distribuzione della carta dopo la stampa;
- nel disegno di alcune transazioni: dalla rilevazione presenze alle richieste di ferie, dai moduli per la cancelleria a quelli per richiedere forniture o servizi, si possono riconoscere numerose transazioni il cui contenuto principale è la comunicazione;
- nei sistemi di archiviazione: memorizzazione dei dati a fini storici, basi di dati distribuite, memorizzazione di immagini, dischi ottici;
- in attività di segreteria, magari di alta direzione: ricerca di persone, contatti, attività non strutturate e non ripetitive, etc.

Si tratta quindi di un campo molto vasto, nel quale è necessario innanzitutto fare ordine. Tre fattori rendono in particolare importante in questo momento una riflessione a tutto tondo sulle tematiche di comunicazione in ambiente d'ufficio:

- il migliorato rapporto prezzo/prestazioni dell'hardware e del software;

Fig. 1 - Caratteristiche dei mezzi maggiormente usati per trasmettere un documento (una pagina A4, singola spaziatura)

FORMA	TEMPO RICHIESTO	COSTO ($)
Carta	> 1 giorno	0,25
Telex	5'	0,70
Telefax	2'	0,18
Teletrasmissione	20''	0,07
Computer	13''	0,01

— le norme e gli standard *de facto*, se non *de iure*, che si vanno affermando nel settore e che interessano ormai fornitori diversi;
— la comprensione ormai raggiunta della necessità di unificare il posto di lavoro presso l'utenza, raggruppandone e ampliandone le funzionalità.

Nei paragrafi seguenti si illustreranno le conseguenze di questi fatti sull'organizzazione globale dell'impresa, le funzionalità, i vincoli derivanti dall'adozione di una strategia di comunicazione in aziende di servizi. Il filo conduttore consisterà tuttavia nel cercare di porre correttamente le domande, piuttosto che nel fornire soluzioni, poichè già il riconoscimento dei termini esatti del problema è un contributo importante allo stadio attuale di confusione che circonda questo argomento.

2. Classificazioni

Nella tabella di fig. 1 sono stati riportati tempi e costi tipici di trasmissione secondo diversi canali comunicativi: i dati forniscono una chiara idea delle possibilità di miglioramento ottenibili con l'uso di sistemi informatici.

La differenza qualitativa più importante non viene però dalla velocità della comunicazione, bensì dall'*elaborabilità* dell'informazione trasportata: si calcola che nella media delle aziende di servizi europee il costo di trattamento della carta nelle transazioni commerciali vada dal 3,5 al 15%, incidendo dunque in maniera importante sui costi complessivi. Le potenzialità della comunicazione elettronica sono enormi nell'aumentare la capacità di contatto di un posto di lavoro. I tempi di preparazione per l'inoltro di un messaggio o documento possono ridursi di un fattore 10, il recapito è istantaneo e può avvenire anche mentre si è impegnati in altre attività. Non è raro osservare chi adopera proficuamente questi strumenti leggere e rispondere alla posta elettronica via terminale durante il tempo trascorso al telefono, aprendo così un secondo canale di comunicazione, altrimenti irraggiungibile, e migliorando così la propria accessibilità e il proprio *throughput*, cioè in definitiva la propria capacità di lavoro.

Prendendo in esame il contenuto della comunicazione, si possono riconoscere essenzialmente due tipi:
— comunicazioni strutturate (dati);
— comunicazioni non strutturate (testi, immagini).

Provando ora a classificare il tema delle comunicazioni in una generica impresa del terziario guardando ai partner interessati al processo di comunicazione, si possono riconoscere le seguenti aree:

1. *comunicazioni con i clienti:* l'obiettivo in questo caso è di essere presenti, disponibili, evitare errori e costi, dare visibilità al cliente delle diverse componenti all'interno dell'azienda;
2. *comunicazioni con gli agenti:* l'obiettivo è quello di fornire agli agenti i mezzi di comunicazione appropriati per raggiungere sia i propri clienti, sia l'azienda;
3. *comunicazioni con lo Stato, le autorità di controllo, le associazioni di categoria, il sistema bancario e postale:* l'obiettivo principale è la definizione di uno standard sia a livello di interscambio elettronico dei dati, sia di procedure di inoltro;
4. *comunicazioni intraziendali* (all'interno di un ufficio e tra uffici, con il personale esterno, con le filiali, etc.): l'obiettivo è di scegliere uno standard e imporlo, di permettere il trasferimento di messaggi, dati, testi e immagini, nonchè di garantire il tempo massimo di inoltro della comunicazione elettronica.

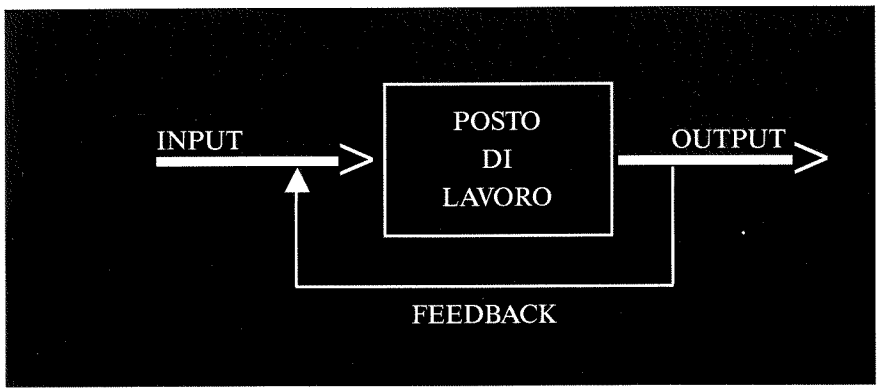
Anche dal punto di vista dei potenziali utenti del sistema di comunicazione, il contesto è dunque molto vasto. Si restringerà nel seguito l'attenzione soprattutto sull'ultimo punto, e cioè sulle comunicazioni all'interno dell'azienda, sia perchè di comunicazioni all'esterno si è già parlato in altra occasione (cfr. L. Felician, *L'Interscambio Elettronico dei Dati,* Quaderni di Informatica, n. 37, 1989), sia perchè un efficiente sistema interno è prerequisito per poter pensare di estendere all'esterno le stesse funzioni.

Un'analisi svolta all'interno di un Gruppo assicurativo di dimensioni europee e volta a misurare la quantità di tempo spesa in comunicazioni intraziendali da manager e quadri, nonchè i problemi derivanti dalla mancata automazione di queste funzioni, ha portato ai seguenti risultati:
— i flussi di comunicazione sono elevati, in particolare per quanto riguarda le comunicazioni non strutturate;

Fig. 2 - Risultati di un'indagine sulle comunicazioni intraziendali all'interno di un Gruppo assicurativo europeo.

Mezzo	Percentuale di tentativi non andati a buon fine (occupato, cattiva qualità, caduta di linea)	Percentuale di comunicazioni che potrebbero usufruire della posta elettronica
Telefono	40%	20%
Telex		35%
Telefax	50%	40%
Lettera		25%

Fig. 3 - Feedback nel flusso di comunicazione di impresa



— i canali utilizzati (posta, telex, telefax, telefono) funzionano con prestazioni degradate, come risulta dalla tabella di fig. 2;
— un sistema integrato di comunicazione elettronica si rivolgerebbe a circa 1/3 delle comunicazioni in ambiente d'ufficio, ma la sua accettazione potrebbe essere molto elevata (dal 70% al 90% degli intervistati).

Un risultato importante di questo studio ha messo a fuoco un problema centrale, ma non direttamente riconducibile al tema "comunicazioni": il tempo di risposta tra la ricezione di una comunicazione e l'azione susseguente (ad es. la risposta) è di gran lunga troppo elevato. Ciò potrebbe essere ovviato educando chi lavora al valore delle comunicazioni, ma soprattutto misurando sistematicamente il tempo di risposta e assegnando un indice o un parametro di qualità del lavoro svolto in funzione del tempo medio di risposta. Si tratta in sostanza di istituire un meccanismo di *feedback* (cfr. figura 3), assegnando al ricevente la responsabilità di mettere in moto l'azione o la comunicazione successiva. Una catena di operazioni o di passi successivi gestiti automaticamente dall'elaboratore, legati dal vincolo temporale del completamento dell'azione precedente prima della comunicazione alla fase successiva prende il nome di *protocollo elettronico*: sperimentazioni di applicazioni basate su questa logica sono già realtà in numerose aziende del terziario, che si stanno orientando verso una filosofia *just in time* nel trattamento non delle merci, ma dell'informazione.

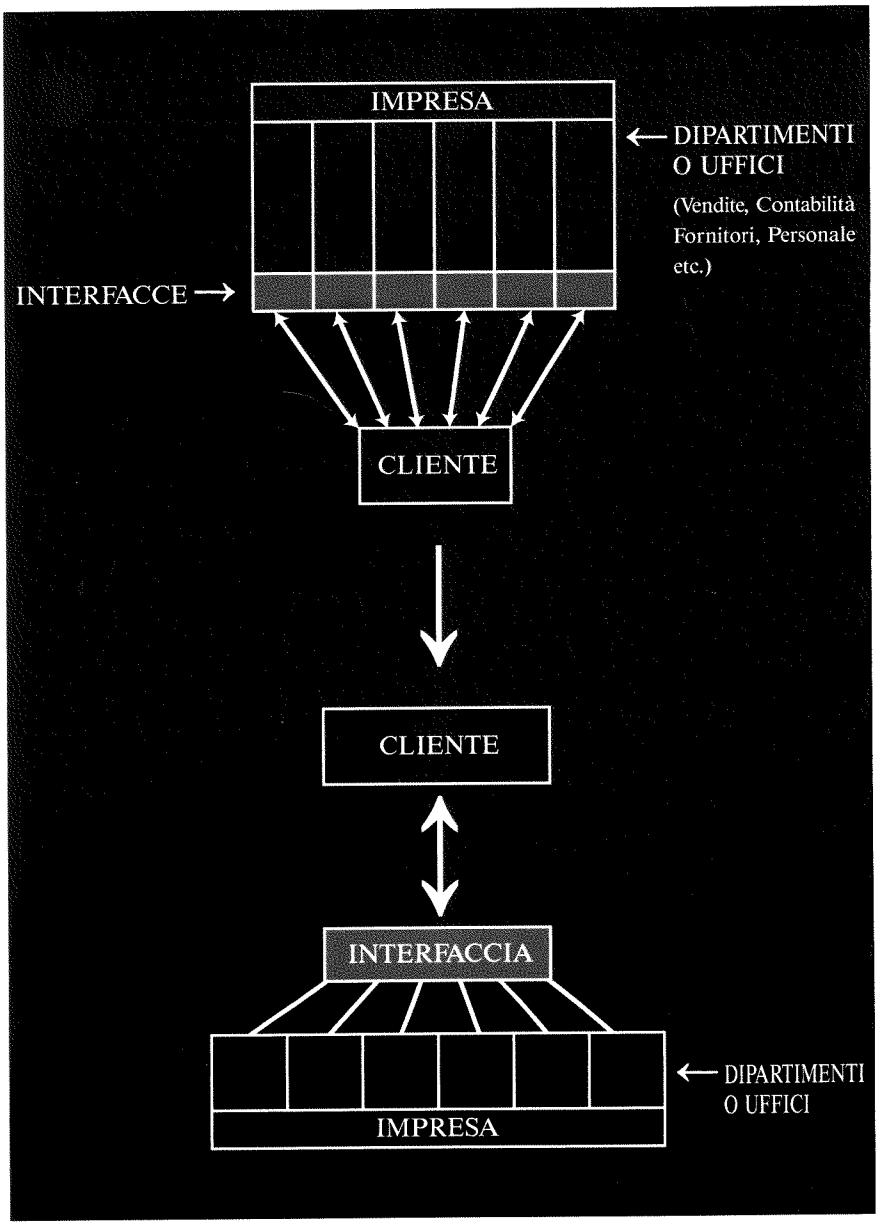
3. Obiettivi

L'obiettivo di impresa più importante raggiungibile in prospettiva come conseguenza dell'introduzione di una strategia di comunicazioni in ambiente d'ufficio, è la possibilità di ribaltare la piramide organizzativa dell'azienda, mettendo al vertice il cliente, grazie alla distribuzione capillare e tempestiva dell'informazione e alla facilità di accesso agli esperti.

Come schematizzato in fig. 4, questo ribaltamento organizzativo comporta una definizione delle competenze delle componenti dell'azienda che agiscono da interfaccia verso il cliente: strutture periferiche di vendita, ma anche strutture centrali di contatto con il cliente andranno incontro a un ampliamento a 360 gradi dei loro compiti e delle loro competenze, che dovrà essere supportato, oltre che da un significativo piano di formazione, anche dalla disponibilità di una maggiore quantità di informazioni e da supporti informatici diversi e più flessibili.

Nel dettaglio, gli obiettivi di impresa di una strategia per le comunicazioni in ambiente d'ufficio sono i seguenti:
— le comunicazioni di ufficio devono razionalizzare il flusso della carta e renderlo utile ad agire o reagire;
— devono servire a migliorare la qualità dei prodotti per i clienti;

Fig. 4 - Evoluzione strutturale dell'impresa: verso l'interfaccia unica con il cliente



— devono dar forma più positiva alle comunicazioni interne e esterne;
— devono abbassare i costi di gestione.

A questi macro-obiettivi di impresa si affiancano più dettagliati obiettivi di funzione, che si riconoscono successivamente negli obiettivi tecnici dell'architettura:

— l'archiviazione dei documenti su dischi ottici dev'essere vista come un passo verso l'archiviazione centralizzata, che necessita della definizione di un insieme di regole precise e valide per tutta l'azienda;
— la sostituzione dei servizi di scrittura segretariale e di elaborazione testi con nuove tecniche di "elaborazione di idee" va introdotta gradualmente nella fascia alta dei quadri e dei manager che producono la maggior parte dei documenti non procedurali;
— le modalità di trasferimento di archivi e documenti vanno studiate, definendo precisi standard e interfacce tra pacchetti diversi;
— il miglioramento delle postelaborazioni e il confezionamento finale dei risultati vanno curati al fine di raggiungere una qualità di forma e di contenuto che dev'essere oggetto di certificazione costante.

4. Architettura del posto di lavoro

Per sua stessa natura, il lavoro d'ufficio comprende una pluralità di competenze e di funzioni che si riflettono in una vasta gamma di soluzioni di automazione. Tenendo conto della storia pregressa e traguardando al futuro a breve termine, si possono identificare le seguenti classi di utenza:

1. "professional" di staff: prevalente lavoro locale di tipo personale, connessioni alla rete di posta elettronica interna e talvolta esterna (con reti o con banche dati), traffico telex/telefax in entrata e uscita, interazione per semilavorati con capi e con segretarie;

2. impiegati di linea: lavoro prevalente sulle applicazioni, connessioni alla rete di posta elettronica interna e talvolta esterna, traffico telex/telefax in entrata e uscita; alcuni a volte svolgono anche funzioni personali simili a quelle dei professional di staff;
3. analisti programmatori E.D.: prevalente lavoro di sviluppo su uno dei sistemi, posta elettronica interna;
4. segretarie: elaborazione testi, posta elettronica interna, archiviazione personale locale, necessità di telex e telefax in entrata e uscita.

Tranne alcune diversità, risulta da questa classificazione che la maggior parte delle funzioni definite è utile a tutti gli utenti, anche se andrebbe approfondita l'*intensità* d'uso delle diverse funzioni: quest'ultima varia però non soltanto in funzione della classe d'utenza, ma anche in maniera assolutamente non omogenea all'interno di una singola classe, a causa di attitudini personali verso l'utilizzo degli strumenti informatici. Nonostante questa considerazione limitativa, però, è abbastanza evidente che, all'interno di ciascuna di queste classi, *tutte* le necessità elencate siano presenti e potenzialmente fruibili.

È prevedibile comunque che da un lato la standardizzazione e l'ampliamento dell'offerta delle funzioni, dall'altro il ricambio generazionale lentamente ma inesorabilmente in corso, portino verso una maggior omogeneità nell'utilizzo dei supporti informatici di tipo personale e comunicativo.

A seguito della relativa uniformità delle classi di utenza e delle possibilità tecnologiche oggi offerte, è possibile traguardare un posto di lavoro standard verso il quale orientarsi: si esamineranno nel seguito le sue caratteristiche logiche e applicative.

Il posto di lavoro standard va inteso come una *porta di accesso* a tutte le funzionalità del sistema informativo, ciascuna delle quali sarà però vincolata da opportune definizioni e autorizzazioni. Risulta dunque evidente fin da questo punto che la *sicurezza* rappresenta una funzione centrale in questo disegno e che un'adeguata definizione dei profili di ciascun utente potrà abilitare o meno alcune caratteristiche presenti. In questa definizione, oltre alla funzione informatica responsabile della sicurezza, dovranno essere coinvolti i responsabili degli utenti e gli "analisti di organizzazione" che dovranno comunicare esplicitamente le possibilità e i livelli di autorizzazione offerti a ciascun utente.

L'obiettivo applicativo cui si mira è l'installazione di un posto di lavoro unificato a livello logico, che solo per questioni di economicità o di prestazioni si distinguerà poi in differenti modelli di personal computer o in terminali non intelligenti.

Le funzioni previste sono le seguenti, raggruppate in tre grandi famiglie:

1. funzioni di elaborazione locale

— elaborazione personale locale di tipo testi
— elaborazione personale locale di tipo foglio elettronico
— elaborazione personale locale di tipo archiviazione dati
— elaborazione personale locale di tipo archiviazione immagine
— elaborazione personale locale di tipo integrato
— elaborazioni personali locali non standard (di tipo statistico, grafico, etc.).

2. funzioni di elaborazione terminale

— accesso all'elaboratore per applicazioni gestionali
— accesso a uno dei sistemi dipartimentali per applicazioni proprie
— trasferimento di dati da elaboratori a personal computer.

3. funzioni di comunicazione

— posta elettronica interna
— funzioni di bacheca elettronica
— accesso alla rete telex in ingresso/uscita
— accesso alla rete telefax in ingresso/uscita
— funzioni di agenda telefonica personale per collegamento diretto con il telefono.

È chiaro che la maggior parte degli utenti utilizzerà un sottoinsieme di queste funzioni, opportunamente definito dalle autorizzazioni concesse: questa considerazione costituisce la prima, ovvia, limitazione allo schema.

È realistico pensare inoltre che motivazioni di ordine pratico (costi, tempi di risposta, sfruttamento di dispositivi hardware già esistenti, compatibilità hardware e software di base) limitino di fatto la standardizzazione del posto di lavoro: è dunque accettabile porre al disegno fin qui tratteggiato le limitazioni seguenti:

1. i posti di lavoro di tipo "terminale non intelligente" non consentono elaborazioni locali;
2. i tempi di risposta delle funzioni di tipo elaborazione terminale non saranno omogenee, ma potranno dipendere dal posto di lavoro: in altre parole esisteranno alcuni utenti privilegiati in termini di tempi di risposta rispetto ad altri, solo saltuariamente collegati agli elaboratori centrali/dipartimentali;
3. le praticabilità (interfaccia, tempi di risposta) delle funzioni di comunicazione sarà invece per quanto possibile uguale per tutti gli utenti abilitati (ad eccezione del file transfer, che non sarà possibile da un terminale non intelligente);
4. le scelte hardware e gli schemi di autorizzazione predisposti fanno sì che un posto di lavoro possa sempre evolvere verso più ampie funzionalità, secondo una scaletta di "difficoltà" di questo tipo:
   a) difficoltà bassa: variazione della tabella di autorizzazione,
   b) difficoltà media: variazione dell'hardware installato +a),
   c) difficoltà alta: riconfigurazione fisica della connessione +b);
5. le funzioni di agenda telefonica non sono prioritarie e verranno eventualmente risolte localmente, cioè a livello del singolo posto di lavoro, connettendo il personal computer con il telefono.

Per dare risposta a questi obiettivi, il posto di lavoro, di tipo terminale o personal computer, dovrà accedere a un sistema gestore delle comunicazioni che avrà il compito di interfacciare gli elaboratori e le reti telex/telefax.
Mentre le funzioni di elaborazione terminale saranno evidentemente in emulazione, un obiettivo tecnico importante sta nel fatto che le diverse funzioni di comunicazione vengano integrate in un'unica interfaccia sul posto di lavoro: è impensabile che un utente interroghi 4 caselle elettroniche diverse (posta elettronica interna, esterna, telex e telefax) per verificare se gli siano arrivate comunicazioni.
Nel caso di posti di lavoro di tipo personal computer, sarà inoltre auspicabile che l'editing dei messaggi e/o testi destinati alle funzioni di comunicazione sia effettuato non con editor specifici, ma con lo strumento di elaborazione testi più familiare all'utente. Il fornitore, insieme al gruppo di supporto e gestione, dovrà eventualmente incaricarsi di realizzare le interfacce necessarie.

5. Il problema della carta

L'attenzione al problema delle comunicazioni presuppone un ripensamento del ruolo della carta nel lavoro d'ufficio. Si parla sempre più spesso di "ufficio senza carta", ma la realtà dei fatti nelle aziende europee è ben diversa, come testimoniato da varie fonti:
— secondo un'indagine effettuata lo scorso anno in Germania, il 90% delle aziende intervistate ha affermato di percepire nettamente un'eccessiva dipendenza del proprio flusso di lavoro dalla produzione di carta stampata;
— l'associazione finlandese di aziende produttrici di carta afferma che, nonostante la diffusione dei posti di lavoro informatizzati in tutta Europa, le esportazioni e il consumo di carta sono aumentati considerevolmente alla fine degli anni '80 e questo stesso trend è previsto per tutti gli anni '90;
— il centro elaborazione dati di una grande Compagnia di assicurazione italiana, con un livello di terminalizzazione vicino a 1:1, anzichè ridurre, continua ad aumentare i km di carta stampata ogni anno al ritmo del 5%.

La presenza nel lavoro d'ufficio di questa enorme mole di carta, che deve essere prodotta e trasportata, ha conseguenze negative in termini di alti costi, di tempi di risposta non ottimali e spesso di povera qualità degli output che vanno all'esterno, tipicamente ai clienti.
Stime internazionali valutano inoltre che il 70% degli output stampati dagli elaboratori serve da input ad altri elaboratori, con tutti i ritardi, i costi e gli errori facilmente immaginabili nel processo di reimmissione dei dati. A questa situazione sta cercando di porre rimedio la diffusione di standard per l'Interscambio Elettronico di Dati (*Electronic Data Interchange*-EDI), ma che è comunque vincolato a considerazioni sulla validità giuridica del documento elettronico. Un problema analogo a quello evidenziato nella comunicazione *interaziendale* si presenta anche nel campo della comunicazione *intraziendale*, dove non sono le norme di legge, ma le consuetudini e le abitudini di lavoro acquisite nei decenni che formano di fatto un grosso ostacolo alla diffusione di strumenti elettronici di trasmissione delle informazioni: non a caso sono spesso le aziende di piccole dimensioni che riescono a introdurre per prime queste tecnologie nel proprio ciclo di lavoro e ad abituarcisi, sfruttandone i vantaggi.

6. L'offerta attuale

Una delle maggiori difficoltà nell'adozione di sistemi elettronici di comunicazione sta nel fatto che attualmente non sono separate con chiarezza le esigenze tecniche da quelle applicative.
In un settore delicato, in cui esistono importanti resistenze psicologiche all'innovazione e si renderebbe dunque necessaria una attività di "vendita" innazitutto di idee e di modi di lavorare, tutto è basato invece sull'offerta settoriale di prodotti di *message switching* (messaggeria elettronica) o di *electronic mail* (posta elettronica), che non presentano differenze concettuali, ma soltanto di "peso" dell'applicazione informatica e di costo di risorse sugli elaboratori centrali: molto basso nel caso della messaggeria, elevato invece per la posta elettronica.
Entrando in dettagli un po' più tecnici, la differenza tra i due metodi di comunicazione consiste nel fatto che nel primo caso il messaggio è scritto dal mittente direttamente sui dischi dell'elaboratore centrale; a questo si collegherà il destinatario per leggere il contenuto del messaggio. Nel secondo caso, invece, il mittente scrive il messaggio sul proprio personal computer con i propri strumenti di elaborazione testi, chiedendo successivamente al sistema di posta elettronica di trasferire una copia di questo al destinatario, che a sua volta leggerà il messaggio sul proprio sistema e con i propri strumenti, fatta salva ovviamente la compatibilità.
Nel caso di un messaggio rivolto a più destinatari contemporaneamente (*lista di distribuzione*), è ovvio che nel primo caso esisterà una sola copia, fisicamente memorizzata sui dischi del sistema centrale, con tanti *puntatori* quanti sono i destinatari; nel secondo caso invece esisteranno tante copie quante sono i destinatari che si sono collegati con l'applicazione. Proprio qui, infatti, si può riconoscere il punto di debolezza più importante di tutti i prodotti in commercio: la ricezione di una comunicazione dipende dalla volontà dell'utente di andare a vedere lo stato della propria cassetta della posta. In altre parole, non esiste modo di obbligare un utente a prendere l'abitudine di consultare, anche solo una volta al giorno, entrando in ufficio, l'eventuale posta arrivata. In questa situazione si innesca un meccanismo perverso per cui chi usa sistemi di posta elettronica verso utenti che non sono tempestivi lettori dei messaggi, si trova poi a dover ripetere la comunicazione con supporti

Fig. 5 - Caratteristiche dei mezzi di comunicazione più diffusi in ambiente d'ufficio

MEZZO	VANTAGGI	SVANTAGGI
Telefono	— Immediato — Riservato — Interattivo	— Molto spesso occupato — Non ha effetto se il partner non è presente — Non resta traccia
Telefax	— Ha effetto anche se il partner non è presente — Resta traccia della comunicazione	— Non interattivo: ritardo dipendente dalla procedura di distribuzione — Spesso occupato — Non sempre leggibile — Non molto riservato — Pessimo per archiviare: richiede spesso fotocopia o reinvio per lettera
Telex	— Ha effetto anche se il partner non è presente — Resta traccia della comunicazione	— Non interattivo: ritardo dipendente dalla procedura di distribuzione — Spesso occupato — Non riservato — Spedizione complessa (facilitata da connessioni PC)
Lettera	— Riservato — Ha effetto anche se il partner non è presente — Resta traccia — Qualità	— Ritardi di consegna pesanti — Laborioso

convenzionali (telefono, carta), con conseguente difficoltà a continuare ad usare il canale elettronico per ulteriori comunicazioni.
Questo problema ovviamente non si presenta a chi riceve un grande quantitativo di comunicazioni sotto forma di posta elettronica ed ha recepito perciò questo modo di lavorare, acquisendo l'abitudine di sfogliare la posta più volte al giorno: è nella fase di avvio che bisogna intervenire con decisione per far accettare questa modalità di diffusione della comunicazione a tutti i livelli dell'azienda.
Paradossalmente, anche se sembra una battuta, un incentivo alla diffusione del sistema di posta elettronica in azienda, fin tanto che non si sia raggiunta la massa critica necessaria, potrebbe essere costituito da messaggi fittizi, ma da non perdere, come comunicazioni che solitamente vanno messe nelle bacheche, convocazioni di riunioni, etc., che costringano anche gli utenti più pigri a collegarsi con una certa periodicità. Il successo nella diffusione di questa abitudine in una società dove il direttore generale in persona decise di usare la posta elettronica (e lo comunicò ufficialmente a tutti) la dice lunga sul modo per ottenere certi risultati in tempi brevi, senza aspettare il ricambio generazionale. Oltre alla mancanza di questa garanzia sui tempi di lettura della comunicazione, un secondo punto di debolezza delle soluzioni attualmente offerte nel settore della comunicazione elettronica intraziendale è la limitazione del tipo di messaggi trasportabili: per sua stessa natura la messaggeria non è in grado di trasferire fisicamente archivi, per cui trova un suo limite insuperabile quando si tratta di spedire testi, dati, immagini. Un sistema di comunicazione elettronica intraziendale che sia veramente completo e che pretenda di calarsi nella realtà del lavoro di ogni giorno deve di necessità mirare al trasferimento di tutti questi tipi di informazione, e quindi, nella sua *interfaccia utente*, deve offrire in maniera omogenea tutte queste possibilità: se poi la trasmissione di un documento segue un canale (posta elettronica) più costoso, mentre la trasmissione di un semplice messaggio segue la più economica via della messaggeria, si tratta di scelte tecniche di pacchetto che non devono nemmeno essere portate a conoscenza dell'utente finale, per il quale il sistema di ricezione e trasmissione della posta deve essere rigorosamente univoco.

7. Conclusioni

Chi teme che la posta elettronica soppianti il contatto personale, la telefonata tra colleghi che spesso ha valore in prospettiva, nel creare una rete di amicizie, oltre che di conoscenze, che costituisce una infrastruttura importante, anche se non formalizzata dall'azienda, dovrebbe leggere con attenzione la tabella 5. In questo schema, risultato di una riflessione maturata nel corso di uno studio congiunto a livello europeo, si riporta una classificazione di vantaggi e svantaggi di differenti mezzi di comunicazione utilizzati in ambiente di ufficio. La posta elettronica risulta in grado di offrire tutti i vantaggi di fax, telex e lettere, senza la maggior parte dei loro svantaggi.

Anche a partire da questa suddivisione molto schematica, è possibile astrarre due tipi di comunicazioni, tra loro molto diversi:

1. le comunicazioni riservate, immediate, non registrate, da persona a persona, continueranno a richiedere l'utilizzo del telefono, che però dev'essere considerato uno strumento di comunicazione pregiato, *ad alto costo*, non tanto per le tariffe, quanto per la difficoltà di entrare in contatto con i partner. Questo tipo di comunicazione resterà inoltre in uso, per sua stessa natura, nel caso di comunicazioni su argomenti non precisamente definiti, quando si cerca di mettere a fuoco un soggetto o quando si cerca di comunicare o ricevere sensazioni, stati d'animo, etc.;
2. le comunicazioni non immediate, precise, registrate, riservate o meno, possono essere utilmente inoltrate con strumenti di posta elettronica, a patto che sia garantito un limite superiore per il tempo di consegna.

In conclusione, i vantaggi dell'introduzione di un sistema di posta elettronica per le comunicazioni intraziendali, supponendo di aver definito una strategia di distribuzione della posta elettronica interna che incoraggi il cambiamento delle abitudini di lavoro e garantisca tempi di risposta coerenti con le possibilità tecnologiche dell'applicazione, sono i seguenti:

— riduzione del lavoro manuale
— minor tempo sprecato
— disponibilità permanente delle informazioni aggiornate
— riduzione di rischi di errori.

I primi due punti si traducono in un contenimento dei costi, mentre i successivi comportano un aumento della produttività e quindi della competitività dell'azienda nel sempre più affollato scenario del mercato comunitario.

Per raggiungere questi ambiziosi obiettivi, destinati all'architettura del posto di lavoro in ambiente d'ufficio per gli anni '90, è necessario dunque:

1. verificare con i fornitori la praticabilità tecnica delle connessioni auspicate, i costi e i tempi di installazione;
2. prendere una decisione, istituire una funzione all'interno del centro elaborazione dati responsabile della gestione di questo ambiente comunicativo, la cui complessità tecnica sarà crescente, formare il personale di gestione;
3. garantire il sincronismo negli aggiornamenti dei nuovi utenti e delle rispettive autorizzazioni;
4. preparare un seminario di informazione da offrire a vecchi e nuovi utenti, che spieghi a livello logico l'architettura del posto di lavoro con particolare attenzione alle funzioni di comunicazione, cui far seguire un piano di addestramento tecnico sulle singole funzioni necessarie;
5. riconoscere nel campo dell'informatica personale una serie di strumenti standard e preparare i "ponti" di conversione necessari allo scambio di documenti tra utenti che utilizzino standard diversi;
6. "promuovere" l'uso degli strumenti di comunicazione elettronica con applicazioni di larga diffusione senza backup cartaceo (bacheche, rilevazione presenze, etc.);
7. per superare la diffidenza di alcuni utenti, spesso ad alto livello, all'uso diretto dello strumento informatico, istituire dei punti di arrivo presso le segreterie, dove inoltrare i messaggi (evidentemente non riservati).

Quella esposta è una scaletta di massima, che va evidentemente configurata e personalizzata a seconda dell'azienda. Non esistono però, in conclusione, soluzioni preconfezionate nel campo della comunicazione aziendale, proprio perchè ciascuna di esse deve essere calata nella realtà dell'impresa e supportata da un parallelo cambio di organizzazione.

È tuttavia evidente fin d'ora che la partita degli anni '90, sia sul piano dei costi di gestione, sia su quello ancor più importante della qualità del servizio reso al cliente, si giocherà sullo scacchiere delle capacità di comunicazione dell'impresa.

Banche dati di immagini

WALTER POLESE

Sipe Optimation
Roma

1. Introduzione

La finalità delle banche dati di immagini elettroniche è di creare sistemi nei quali l'archivio delle immagini possa essere gestito per mezzo di un calcolatore.
Naturalmente esiste una molteplice gamma di soluzioni: i sistemi possono essere definiti in rapporto al tipo di immagini memorizzate negli archivi (fotografiche, televisive, digitali); per il tipo di dati gestiti nell'insieme (testi, suoni); in base alla qualità dei supporti di memorizzazione (memorie fotografiche, magnetiche, ottiche) e così via.
L'integrazione delle immagini in una banca dati avviene comunemente attraverso una specifica struttura o modalità di interfaccia, vale a dire registrando le rappresentazioni delle immagini insieme a una serie di dati alfanumerici che le caratterizzano e ne permettono la ricerca. A livello di sperimentazione e come tendenza di sviluppo del sistema, attualmente ci si orienta sugli "ipermedia", estensioni dei sistemi di "ipertesti", basati sulla gestione di finestre all'interno dello schermo, alle quali vengono associati oggetti di un data base.
Volendo costituire una banca dati di immagini occorre valutare con accortezza le possibili soluzioni tecnologiche, soprattutto in relazione alle funzionalità che si desiderano ottenere in veste di utenti. La prima scelta di massima deve essere effettuata sul formato delle immagini stesse: analogico o digitale.
Questi sono i due principali metodi di rappresentazione che si diversificano in modo sostanziale per vantaggi e svantaggi delle prestazioni offerte: per esempio, a fronte della maggiore efficienza informatica del metodo digitale (come la facoltà di manipolare l'immagine) vi è per il formato analogico la possibilità di memorizzare grandi volumi di dati su piccoli supporti ad alta capacità di diffusione.
Partendo dal punto di vista dell'utente, si darà una informazione di carattere essenziale su queste tecniche, sulle implicazioni e i limiti che comporta il loro uso, anche per quanto concerne i costi.

2. Il formato analogico

Osservando una immagine monocromatica da sinistra verso destra e dall'alto verso il basso si può notare come muti il tono del colore. Potendo esprimere questa caratteristica con dei valori e pensando tutta l'immagine disposta lungo una linea, si avrà che ad ogni punto di questa corrisponde un valore. La funzione che rappresenta il valore in dipendenza di ciascun punto della linea potrà essere *analoga,* vale a dire della stessa forma, di quella che esprime, per esempio, la variazione nel tempo di una grandezza elettrica come la tensione.
Così, mediante la funzione che esprime la variazione della tensione nel tempo si può ottenere una rappresentazione che *per analogia* ha lo stesso contenuto di informazione dell'immagine stessa. Tale rappresentazione espressa come segnale elettrico può essere utilizzata per riprodurre l'immagine originaria su di un cinescopio (tipico esempio di segnale analogico è il segnale televisivo).
Come è noto esistono vari tipi di supporto su cui è possibile memorizzare segnali video di questo tipo: tra essi i videodischi sono sicuramente tra i più idonei. Esistono in commercio vari tipi di videodischi, ciascuno con caratteristiche diverse. Qui di seguito si farà riferimento esclusivamente al videodisco ottico a tecnologia Laservision (supporto simile nella forma a un LP, dal diametro di cm 30).
Per questo tipo, scrittura e lettura si effettuano per mezzo di un raggio laser: la scrittura provoca una deformazione permanente del supporto che contiene l'informazione; la lettura avviene poi con un raggio di bassa potenza che lascia inalterato il supporto. Le banche dati residenti su videodischi a tecnologia Laservision risultano, quindi, inalterabili nel tempo, al contrario di quelle che sfruttano una memorizzazione magnetica dell'informazione. Sempre in rapporto a una destinazione finale come banca dati di immagini, si considererà, in particolare, il tipo a caratteristiche CAV (Constant Angular Velocity), l'unico che permette l'accesso alla singola immagine.
Il videodisco Laservision esiste in due versioni: ROM (Read Only Memory)

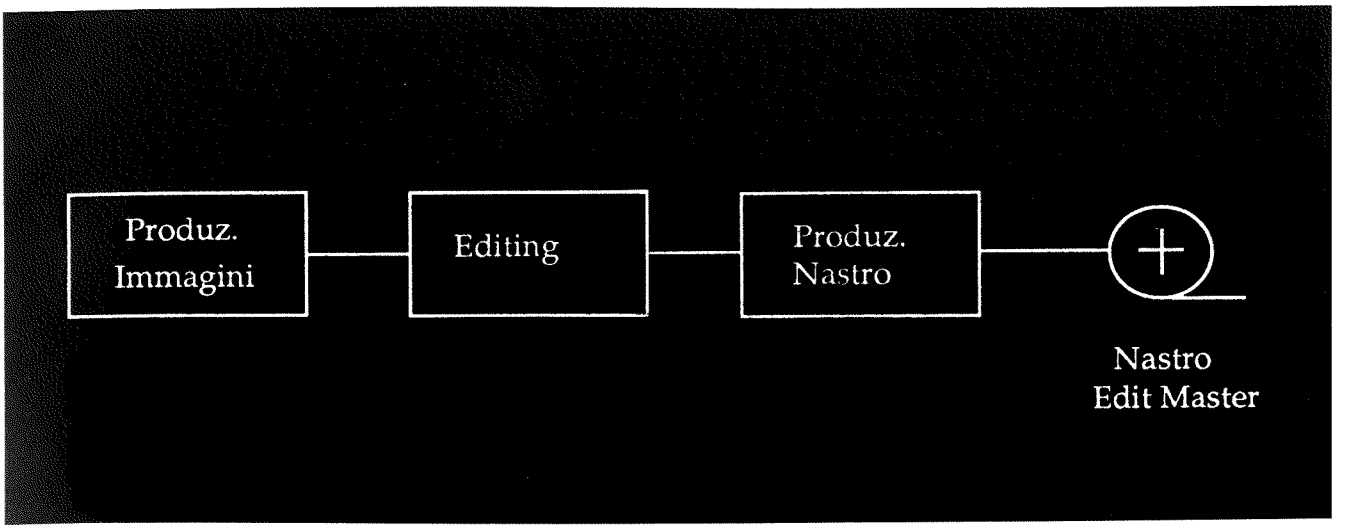


Fig. 1 - Schema del processo di premastering per videodisco

che dispone di circa 54.000 tracce per la memorizzazione su ciascuna faccia, con un tempo di accesso massimo alla singola immagine di circa un secondo, e che può essere prodotto soltanto nel contesto di laboratori industriali altamente specializzati; WORM (Write Once Read Many) che dispone di circa 36.000 tracce per faccia, con un tempo massimo di accesso alla singola immagine contenuto entro mezzo secondo, e che può essere prodotto dall'utente finale della banca dati.
In ogni traccia esistente sul supporto può essere registrato un segnale, campionato, composto da tre portanti modulate in frequenza; tra queste le prime due servono per i segnali audio (in genere un segnale stereo o due segnali mono in due lingue diverse), mentre la terza funge da supporto per il segnale video (in casi particolari, però, può essere utilizzata per dati audio, grafici, testuali o digitali, lasciando, quindi, la possibilità di molteplici applicazioni).
Il videodisco viene letto da un apposito player che può essere pilotato facilmente con un computer esterno, in genere di tipo personal, al quale è collegato attraverso una porta seriale RS 232C. Va comunque detto che i player in commercio hanno una sola testina di lettura e sono in grado di leggere solo la facciata rivolta verso di essa; perciò i dati in linea corrispondono a quelli registrati su di una unica facciata e non sull'intero supporto.
La visualizzazione delle immagini avviene su di uno schermo di tipo televisivo, ad alta risoluzione (standard PAL,NTSC).
Qualora vi fosse la necessità di costituire una banca dati con un quantitativo di immagini tale da richiedere più di un videodisco, è possibile fare in modo che un elaboratore piloti più player, con restituzione su uno o più monitor; oppure, se si vuole usare un solo player, si può memorizzare sul videodisco un codice di riconoscimento e in tal modo è possibile segnalare da sistema quale sia il supporto da introdurre nel player stesso.
Il processo di produzione dei videodischi di tipo ROM consta di tre fasi: *premastering* (fig. 1) che comprende la pianificazione, la preparazione, la ripresa e l'elaborazione dei dati, sino alla memorizzazione dei segnali, rappresentativi delle immagini, su di un nastro magnetico da 1'' (edit master); *mastering* (fig. 2) che consiste nella preparazione, a partire dal nastro da 1'', del disco matrice: *stampa delle copie,* a partire dal disco matrice.
Parte della prima, la seconda e la terza fase si affidano sempre in service esterno a ditte altamente specializzate che operano nel settore. Queste dispongono di attrezzature industriali che consentono di sfruttare al massimo la potenzialità dell'intero sistema.
Nella prima fase all'utente compete al più il reperimento o la produzione e l'organizzazione del materiale da archiviare, a meno che non desideri affidare in service, del tutto o in parte, anche questo aspetto del lavoro.
Sarebbe consigliabile seguire di persona anche quella fase del *premastering* che si svolge presso il laboratorio specializzato, per verificare la resa delle immagini e indicare il tipo di trattamento desiderato prima della masterizzazione, dopo la quale sarà impossibile intervenire.
L'intero procedimento può anche essere realizzato in proprio con videodischi di tipo WORM, cosa che risulta tanto più vantaggiosa quanto piú è rilevante il quantitativo di immagini da archiviare e quanto più si intende protrarre nel tempo la fase di acquisizione dei dati. Comunque l'uso del WORM è indispensabile quando sia necessario disporre di una maggiore flessibilità nello svolgimento delle varie fasi di lavorazione: per una immediata fruizione delle immagini archiviate e per un

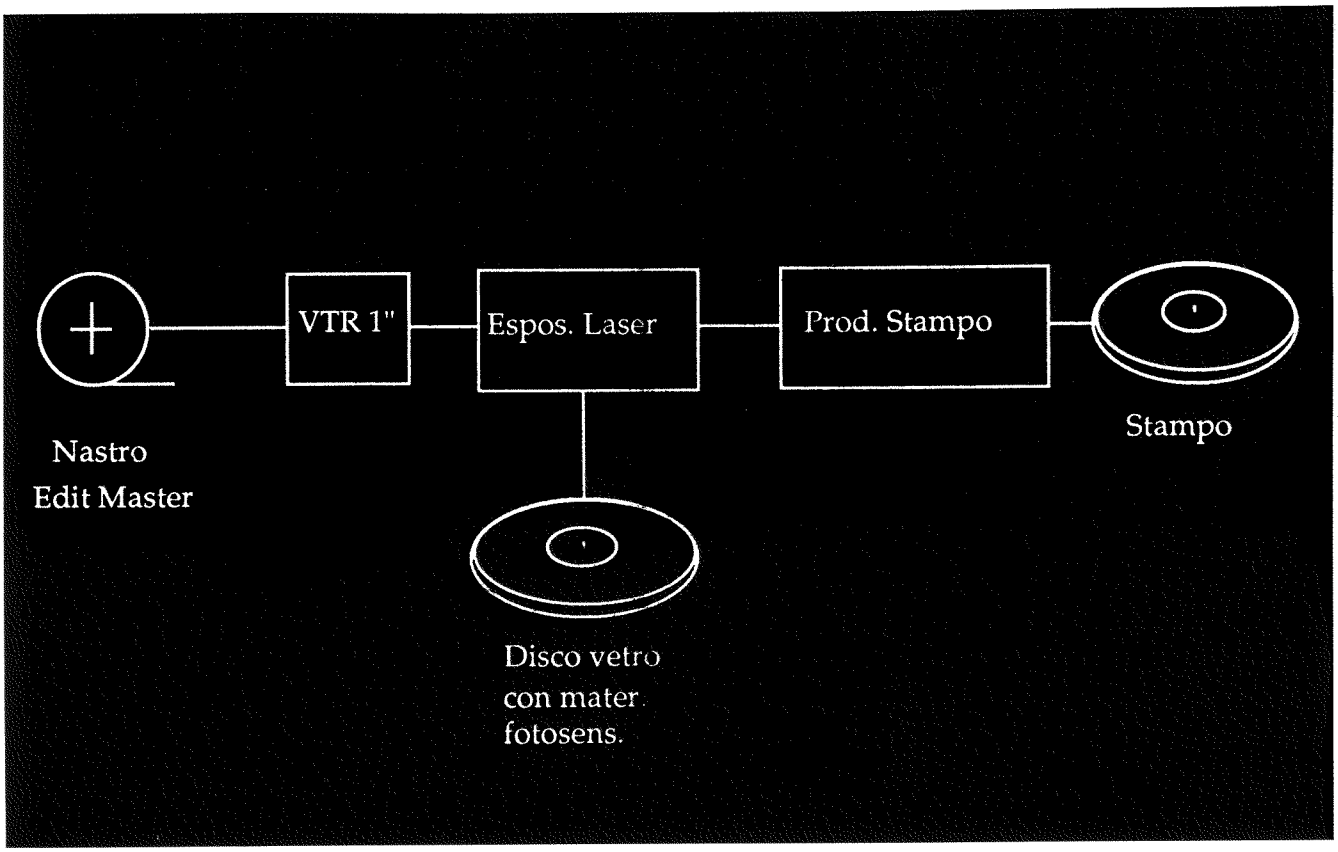


Fig. 2 - Schema del processo di mastering per videodisco

altrettanto immediato riscontro sui risultati ottenuti. Va tenuto presente, però, un certo numero di inconvenienti dovuto all'uso di apparecchiature con prestazioni inferiori rispetto a quelle dell'industria. Ad esempio, la capacità di memorizzazione dei supporti utilizzabili è di circa un terzo inferiore; si riducono, inoltre, le effettive possibilità di manipolazione delle immagini e la qualità di queste in fase di restituzione, per la quale occorreranno, poi, dei lettori appositi, incompatibili con quelli del videodisco ROM.

Anche per la durata dei dati nel tempo esiste una differenza notevole tra i due tipi: mentre per il ROM viene garantito un tempo indefinito di vita, la durata del WORM varia tra i cinque e i trenta anni (in relazione alla marca del videodisco; Sony e Panasonic dichiarano trenta anni).

Le immagini possono essere acquisite dal vero o già trasferite su un qualsiasi genere di supporto: più diffusa è l'acquisizione da diapositive a colori poichè garantisce la resa migliore per quanto riguarda le riproduzioni fotografiche; grafici, o altri materiali analoghi, possono essere acquisiti dall'originale o da copie di vario tipo.

La ripresa di tali immagini avviene mediante sistemi più o meno complessi che utilizzano telecamere o scanner. Anche i dati in formato digitale possono essere trattati mediante un convertitore digitale/analogico e memorizzati su videodisco. Quest'ultima possibilità può risultare valida qualora si disponga già in partenza di dati digitali e li si voglia archiviare su videodisco; oppure nel caso in cui sia necessario codificare i dati preliminarmente in formato digitale, per effettuare un consistente numero di correzioni o modifiche sulla rappresentazione visiva dell'immagine. Nel formato analogico, infatti, l'immagine può essere corretta solo agendo sulle caratteristiche globali del segnale che la rappresenta.

Le fasi di *mastering* e *stampa* vengono eseguite da alcuni centri specializzati, in genere per l'Europa tedeschi o inglesi.

L'accrescimento della banca dati residente sul videodisco è possibile, anche se comporta costi elevati poichè occorre procedere alla memorizzazione dei nuovi dati sul nastro già registrato, accodandoli ai precedenti, e ripetere l'intera fase di mastering e duplicazione. Naturalmente ciò non vale nel caso in cui la banda dati risieda su videodisco di tipo WORM.

Oltre alla restituzione a video è possibile ottenere stampa a colori o b/n, su carta fotografica o pellicola.

Al momento, il videodisco è uno strumento valido solo per la fruizione locale. Tuttavia questo supporto si adatta a svariate esigenze, per le sue caratteristiche di lunga durata, compattezza in rapporto alla capienza, per l'alta compatibilità con elaboratori personal di diversi tipi e per i bassi costi di duplicazione e di impianto (player, monitor, programmi), almeno per i tipi ROM.

3. Il formato digitale

Una immagine è in formato digitale quando l'informazione che la definisce è espressa per mezzo di cifre (digit in inglese), e in particolare cifre binarie, ossia bit (binary digit). Per esprimere una immagine attraverso una sequenza di 0 e 1 è necessario effettuare un operazione di campionamento e quantizzazione. Questa consiste nel rilevare il valore del segnale e intervalli di tempo costanti e esprimerlo attraverso la fascia di valori, tra quelle stabilite, nel quale sia compreso. Si intuisce che la scelta dell'intervallo di tempo è fondamentale perchè la successione dei valori rilevati possa permettere la ricostruzione dell'immagine campionata. Si dimostra che per ottenere un campionamento significativo, la frequenza di rilevamento deve essere almeno il doppio della frequenza massima presente nel segnale analogico o, in altre parole, almeno il doppio della sua larghezza di banda. Il fenomeno che si manifesta quando questa condizione non viene rispettata viene chiamato "aliasing"; per evitarlo si eliminano dal segnale le frequenze maggiori della metà della frequenza di campionamento. È inoltre evidente quale sia l'importanza del numero delle fasce e quindi del numero di bit utilizzati. Il fenomeno che si manifesta al diminuire del numero dei bit con cui si codificano le fasce si definisce "*contouring*", esaltazione dei contorni.

Per ricostituire con fedeltà una immagine reale monocromatica sono necessari 8 bit, corrispondenti a 256 fasce.

Una immagine reale a colori può essere espressa mediante i tre segnali monocromatici del rosso, del verde e del blu e in tal caso si dice che è espressa in formato RGB.

Esprimere in formato digitale una immagine a colori equivale a esprimere in digitale ciascuna delle sue componenti RGB.

Occorrono quindi 8 bit per ciascuno dei tre segnali. In tal caso i 24 bit necessari per la quantizzazione permettono di esprimere 16.777.216 colori.

Tale numero di bit definisce la "profondità cromatica" dell'immagine. Con le operazioni di campionamento e di quantizzazione si ottiene quindi la rappresentazione digitale di una immagine mediante una stringa di bit, formata da tante sottostringhe di lunghezza pari alla profondità cromatica.

Ognuna di esse esprime il valore del tono di un punto (*pixel*) e la successione delle sottostringhe corrisponde alla successione dei punti rilevati.

Quando l'immagine sarà ricostruita sul video digitale ogni pixel sarà mostrato come tre piccoli rettangoli, ciascuno dei quali esprimerà il tono corrispondente al valore rilevato per uno dei tre colori base, RGB.

Ciascun video digitale ha uno specifico numero di pixel, nelle sue due dimensioni orizzontale e verticale, che ne definiscono la *risoluzione* spaziale. I video a alta risoluzione a colori di 19" raggiungono oggi risoluzioni di 2048×2048 pixel, mentre in monocromatico si arriva a 4096×3300 pixel.

Minore è la risoluzione e più si manifesta quello che si può definire l'effetto pixel: una linea continua inclinata appare composta da una serie di segmenti congiunti, ma non perfettamente allineati; una immagine reale appare formata da un insieme di quadrati.

Poichè allontanandosi dal video il fenomeno si attenua, il numero dei pixel necessari è funzione della distanza a cui normalmente si trova il fruitore rispetto allo schermo e delle dimensioni di esso.

È bene segnalare che il numero di pixel necessari aumenta secondo leggi non lineari, all'aumentare delle dimensioni del monitor.

La restituzione a video avviene per mezzo di un controller grafico che legge le rappresentazioni digitali (dette *bitmap*) dal supporto sul quale sono memorizzate.

Il quantitativo di memoria occupato da una immagine a colori si calcola mediante una formula di questo tipo:

numero punti della risoluzione orizzontale $\times$ numero punti della risoluzione verticale $\times$ profondità cromatica $\times$ 3 (dove 3 esprime le tre componenti RGB).

Il tutto potrà risultare più chiaro con un esempio. Supponiamo di dover riprodurre un'immagine reale: si dovrà, perciò, avere a disposizione un controller grafico da 24 bit, (ossia con 8 bit di profondità cromatica per ogni componente base di colore) e con una risoluzione di 720×540 pixel per un monitor da 13". In queste condizioni l'occupazione-memoria di una bitmap (equivalente a una immagine) corrisponde a:

$720 \times 540 \times 8 \times 3 = 9.331.200$ bit = 1.166.400 byte = 1,1 Mb ca.

Come si vede nell'esempio, occorrono grandi volumi di memoria per registrare immagini, il che pone problemi in rapporto alla possibilità di trovare una soluzione con l'uso delle tecnologie attuali.

Il più grave è per ora quello della trasmissione remota dei dati: occorrerebbero minuti per trasmettere una singola immagine attraverso gli attuali canali (960 byte al secondo). Questo problema potrà essere superato soltanto quando saranno messe a punto delle linee di trasmissione a altissima velocità, come quelle che in via sperimentale usano la tecnologia delle fibre ottiche.

Un altro aspetto problematico è dato dalle caratteristiche dei supporti necessari alla memorizzazione di una banca dati di immagini digitali, descritte qui appresso. Poichè i problemi si attenuano con il diminuire della quantità di memoria utilizzata, si è sviluppato un interesse particolare nello studio di tecniche che permettono la *compressione* dei dati.

Avvalendosi di speciali algoritmi, si può fare in modo da ridurre la ridondanza presente nella rappresentazione dell'immagine o eliminare l'irrilevante.

A fronte di indiscutibili vantaggi per la memorizzazione e la trasmissione, la compressione dei dati genera, a sua volta, degli inconvenienti: prima della restituzione è necessario sottoporre l'immagine a una routine di decompressione, poichè la rappresentazione non è più del tipo bitmap; esiste una maggiore complessità nell'attuare tutte le funzioni di image processing, quali zoom, merging, retrieval, interpretazione e così via. La memorizzazione è, quindi, un elemento di criticità.

Il supporto per l'archiviazione può essere di tipo magnetico o di tipo

ottico: più diffusi sono questi ultimi per le loro caratteristiche di resistenza, durata e trasportabilità. Essi si suddividono in:
— OROM, (Optical Read Only Memory), per la sola lettura;
— WORM, (Write Once Read Many), per la scrittura una sola volta e successive letture;
— E/W DOD, (Erase/Write Digital Optical Disk), per la riscrittura ripetuta del supporto permanente.
Del primo insieme fa parte il CD-ROM (Compact Disk-Read Only Memory): esso ha lo stesso aspetto e le stesse dimensioni - diametro cm 12 - del normale Compact Disk audio, dal quale è in pratica derivato. La scrittura e la lettura avvengono mediante un raggio laser: in scrittura il supporto di memorizzazione, ad alta capacità riflettente, viene perforato o meno con il raggio laser, a seconda che il bit da memorizzare sia "1" oppure "0"; in lettura il raggior laser, di potenza inferiore, viene riflesso o meno dal supporto, a seconda che il bit valga "0" oppure "1".
I dati sono distribuiti in 330.000 tracce di 2 Mb, per un totale di 660 Mb.
La capacità del supporto formattato scende a 550 Mb. L'organizzazione dei dati segue la norma ISO 9660, detta "standard dei files", analoga a quella degli hard e dei floppy disk. Un supporto con queste caratteristiche, quindi, può contenere circa 500 immagini reali a colori non compresse; nel caso di immagini in bianco e nero compresse il quantitativo massimo raggiungibile oscilla tra le 5000 le 6000. È possibile memorizzare su questo supporto segnali audio, video e testo. L'accesso ai dati è di tipo puntuale, anche se i tempi di reperimento dell'informazione sono, comunque, notevoli: da 0.3 a 1.5 secondi, con una media di 0,5 secondi, variabile a seconda della marca.
Il processo di produzione del CD-ROM è di tipo industriale e consta di tre fasi: premastering, mastering e stampa delle copie. La prima consiste nel preparare un supporto contenente i dati dell'utente; la seconda riguarda la realizzazione di una matrice che si utilizza durante la terza fase per stampare le copie.
Tra tutti i supporti digitali il CD-ROM è quello che garantisce la maggiore longevità: i dati risultano, infatti, praticamente inalterabili. È, inoltre il più robusto, poichè non richiede alcuna precauzione nel trattamento, e il più maneggevole e facilmente trasportabile, per le sue ridotte dimensioni.
Il secondo insieme di supporti digitali comprende i WORM. Si tratta, anche in questo caso, di dischi, il cui diametro varia da 5-1/4" a 14", in rapporto alla capienza. La lettura e la scrittura avvengono con le stesse modalità descritte per il CD-ROM, per mezzo di un raggio laser.
La quantità di memoria disponibile varia da un minimo di 250 fino a un massimo di 2400 Mb, ma in genere sono maggiormente utilizzati i tipi con una capienza media di 600-800 Mb. I tempi di accesso sono notevolmente inferiori, rispetto a quelli del CD-ROM, e sono comparabili a quelli degli hard-disk dei personal computer (pochi millisecondi).
Su questo tipo di supporto i dati possono essere scritti direttamente dagli utenti. Il processo di produzione, quindi, non è industriale e, per ora, non è soggetto a standard: le tecniche da usare sono diverse e variano in rapporto alla marca del supporto stesso. Come indicato nel nome, i dati possono essere scritti una sola volta e non cancellati, per cui se si intende sostituirne una parte, occorre riscriverla in una zona libera del supporto, impedendo, poi, l'accesso alla zona contenente i dati da trascurare.
I WORM garantiscono una minore longevità dei dati (fino a un massimo di trenta anni) e, inoltre, sono meno maneggevoli e robusti.
Il terzo insieme di supporti digitali è costituito dai cancellabili. Come per i tipi precedenti, scrittura e lettura si effettuano mediante un raggio laser, ma la scrittura non provoca una deformazione permanente del supporto. Le altre caratteristiche sono analoghe a quelle dei WORM. Questo tipo di supporto è molto piú recente degli altri.
Ciascun supporto digitale necessita di un apposito player che si connette all'elaboratore con una interfaccia standard compatibile con il tipo di supporto prescelto. Per ovviare alla limitata capienza dell'archivio digitale si può ricorrere a un multiplayer, detto juke-box; oppure si può scegliere di avere degli archivi parziali, per esempio a tema.
Il procedimento di produzione di una banca dati di immagini digitali consta delle seguenti fasi:
— acquisizione, trattamento, compressione e memorizzazione dell'immagine su di un elaboratore;
— memorizzazione intermedia su supporto ottico o su nastro;
— memorizzazione su supporto ottico finale.
Tutto il procedimento può essere svolto in proprio dall'utente, naturalmente a patto che disponga della sufficiente competenza informatica. Nel caso si fosse scelto di utilizzare come supporto un CD-ROM, l'ultima fase, comprensiva di premastering, mastering e stampa delle copie, viene effettuata da società specializzate, in service.
In genere vi sono due modalità per la ripresa, come per il formato analogico: tramite telecamera, in questo caso collegata con un convertitore analogico/digitale; mediante scanner in laboratorio. L'acquisizione può essere fatta da diapositive o da immagini già trasferite su altri tipi di supporto, come anche direttamente dal vero. Una caratteristica della rappresentazione digitale, e anche una delle motivazioni che possono indurre l'utente a servirsene, è la facoltà di manipolare l'immagine da riprendere in fase di acquisizione.
Dopo l'acquisizione, l'immagine viene sottoposta a compressione e successivamente memorizzata sul supporto definitivo per i WORM e gli ERASABLE; per i CD-ROM viene prima memorizzata su di un supporto provvisorio. È chiaro che nel primo caso è assicurata una fruizione immediata dei dati, mentre nel secondo occorre attendere la stampa del supporto definitivo.
Con una stampante collegata all'elaboratore, anche in questo caso, è possibile stampare a colori o in bianco e nero; un altro possibile output delle immagini in formato digitale è la stampa su pellicola fotografica, per riottenere una diapositiva.

4. Costi di produzione e fruizione del videodisco

Questa analisi dei costi è relativa esclusivamente a un videodisco con II livello di interattività, poichè è il più idoneo nella costituzione di una banca dati di immagini.
I costi globali da sostenere possono essere raggruppati in sette voci principali.

1. Definizione della banca dati
2. Produzione / reperimento dei materiali da riprodurre
3. Organizzazione del materiale
4. Premastering, inteso come ripresa e trattamento
5. Mastering e stampa delle copie
6. Interfaccia per altre banche dati
7. Fruizione.

È opportuno, tuttavia, analizzare soltanto i costi specifici del procedimento, quelli cioè relativi al premastering, al mastering, alla stampa delle copie videodisco e ai dispositivi di restituzione delle immagini.
I primi tre punti non verranno analizzati, poichè sono estremamente variabili in rapporto agli obiettivi che ciascuno si propone di raggiungere. Si suppone, quindi, di partire avendo già a disposizione il materiale da riprodurre e avendo già stabilito la sequenza di ripresa.
Non si daranno indicazioni sui costi di produzione del software di gestione e fruizione in ambiente multimediale (punti 6 e 7), nè dei costi dei macchinari a cui i dispositivi per la lettura e la restituzione delle immagini possono essere connessi.
Si possono considerare due procedimenti tipo.
Il primo, più consolidato, prevede che le operazioni di premastering, mastering e stampa delle copie (punti 4 e 5) siano svolte da società specializzate tramite processi industriali che utilizzano macchinari a elevatissimo costo. Il secondo, che attualmente si va diffondendo, prevede la produzione in proprio del videodisco.

Il primo procedimento prevede, in genere, che l'immagine ripresa sia riversata direttamente come segnale analogico su nastro magnetico da 1": in una sala di regia apposita, gli oggetti (diapositive, fotografie, grafici, manoscritti etc.) vengono ripresi mediante telecamera o scanner e i segnali risultanti, dopo le opportune manipolazioni, sono trasferiti su nastro magnetico.
Il costo orario della sala di regia, comprensivo delle prestazioni dell'operatore specializzato, si aggira intorno alle 180.000 lire, quindi il costo di registrazione di una singola immagine può variare tra 1800 e 7200 lire (possono essere riprese dalle 25 alle 100 immagini per ora). Il costo di un nastro sul quale memorizzare i segnali rappresentanti le immagini è di 250.000 lire (occorre un nastro per ogni facciata di videodisco). Il costo per la preparazione della matrice mediante nastro edit è di circa 6 milioni di lire. Il costo dei videodischi è variabile in dipendenza del numero di copie da stampare: dieci copie (quantitativo minimo richiesto per la duplicazione) costano circa 2 milioni di lire; ulteriori cinque copie costano circa 500.000 lire; in progressione le altre copie hanno costi sempre più bassi. Alle voci di spesa citate sin qui vanno aggiunti i costi di trasporto, sdoganamento e assicurazione che per un numero di 10 o 15 copie ammontano a 800.000 lire circa.
Una volta stampato il videodisco, se si desiderasse accrescere la banca dati, o sostituire alcuni dei suoi elementi, dovrebbero essere presi in considerazione i costi relativi a:

- ripresa di nuove immagini, da accodare o sostituire a quelle già presenti sul nastro di premastering;
- preparazione della matrice e stampa del videodisco;
- trasporto, sdoganamento e assicurazione.

Gli strumenti di cui occorre dotarsi per la fruizione di una banca dati residente su videodisco sono i seguenti:

- player videodisco
- monitor televisivo a alta risoluzione
- cavi di collegamento

A questi si possono aggiungere:

- telecomando
- hard copy per la stampa delle immagini
- cavi di collegamento a un computer.

Un player di videodisco costa dai 2 ai 3 milioni di lire; mentre un monitor televisivo, nella fascia di prestazioni che normalmente sono considerate idonee per la fruizione, costa da 1,5 a 3,5 milioni di lire, in dipendenza della marca e della dimensione. Il telecomando costa intorno alle 200.000/300.000 lire. Le hard copy offrono svariate prestazioni: stampa in bianco e nero, stampa a colori, da una singola immagine a mosaici composti da nove immagini diverse, velocità di stampa di una copia a colori pari a 80 secondi circa. I costi sono variabili tra i 2 milioni per il bianco e nero e i 12 milioni di lire per il colore. La stampa può essere effettuata su carta fotografica specifica o su film trasparente, di solito in formato A5, con un costo medio di 2.000/3.000 lire circa a foglio. Il costo dei cavi è minimo: in genere non supera le 100.000 lire per tutto il necessario.

Consideriamo ora i costi per la realizzazione in proprio del videodisco di tipo WORM.
In questo caso anche la fase di ripresa va effettuata in proprio: è necessario, quindi, dotarsi di una buona telecamera di tipo professionale, con una risoluzione che può arrivare fino a 600 linee per immagine e la banda passante a 5 MHz. Il costo di una telecamera con queste caratteristiche varia dai 20 ai 25 milioni di lire; l'attrezzatura di corredo dello studio costa all'incirca 2 milioni di lire. I dispositivi che sono necessari per la visualizzazione del segnale che rappresenta l'immagine da memorizzare, per la correzione dell'immagine e per la visualizzazione dell'immagine da memorizzare (in genere viene usato un monitor con caratteristiche molto più spinte rispetto a quelli per la sola fruizione), hanno un costo molto variabile. Una spesa di 20 milioni di lire circa è sufficiente per esigenze non troppo specifiche e, soprattutto, se le immagini di partenza non sono in un uno stato particolarmente precario. Nel caso del videodisco WORM il dispositivo per la registrazione dei dati permette anche la lettura degli stessi ma non viceversa. Questo apparecchio costa solitamente intorno ai 50 milioni di lire e consta di un processore e di un registratore. Il costo di un videodisco vergine è di circa 700.000

lire. Il costo di un lettore di videodischi WORM è estremamente elevato: oltre 20 milioni di lire. Esso fornisce, comunque, prestazioni notevolmente più elevate del player videodisco ROM. Per il costo di altri accessori, dei cavi eccetera, vale quanto detto in precedenza.

5. Costi di produzione e fruizione di una banca dati di immagini digitali

Dato che la richiesta di mercato si indirizza in prevalenza verso le potenzialità massime dei sistemi, si valuterà soltanto il caso della riproduzione di immagini reali.
I costi da sostenere durante l'intero processo di produzione della banca dati possono essere scomposti nelle seguenti voci:

1. Definizione della banca dati
2. Produzione / reperimento dei materiali da riprodurre
3. Organizzazione del materiale
4. Ripresa e trattamento delle immagini
5. Memorizzazione dei dati su supporto intermedio
6. Produzione del supporto finale
7. Interfaccia per altre banche dati
8. Fruizione.

Analogamente a quanto già detto per la produzione di un videodisco, i primi tre punti e gli ultimi due non verranno presi in considerazione, perchè estremamente variabili, in rapporto alle necessità dell'utente. Circa il punto 8 si indicheranno soltanto i costi degli strumenti indispensabili per la fruizione.
Le dotazioni necessarie sono grosso modo equivalenti per tutti i tipi di supporti digitali, illustrati in precedenza.
Per il punto 4 sono necessari due tipi di apparecchiature:

a) un sistema di ripresa mediante telecamera, il cui costo varia dai 25 ai 35 milioni di lire in rapporto alla tipologia degli oggetti da riprendere;
b) un sistema per il trattamento delle immagini composto da: un controller grafico, costo da 6 a 20 milioni di lire; un monitor a alta risoluzione, costo circa 5 milioni di lire; un personal computer, dotato almeno di processore 80386 e coprocessore 80387; software.

Per quest'ultimo occorre precisare che i costi sono molto variabili, in rapporto alle funzionalità richieste per la manipolazione; se acquistato

Fig. 3 - Confronto tra i due formati di rappresentazione delle immagini.

PARAMETRI	FORMATO ANALOGICO	FORMATO DIGITALE
Dispositivo Acquisizione	Telecamera Scanner + C. D/A	Telecamera + C.A/D Scanner
Dispositivo Memorizzazione ottimale	Videodisco ROM-WORM	DOD
Riversaggio in banca dati	Laboratorio specializzato In proprio per WORM	In proprio
Risoluzione	Standard televisivo	Da 512× a 2018× Comprende standard televisivo
Costi d'impianto e fruizione	Bassi	Medio-alti
Costo prima copia	Alto	Medio
Costo copie successive	Basso Alto per WORM	Alto Basso per CD-ROM
Skill fotografico	Alto	Medio
Skill operatore informatico	Basso	Medio-alto
Efficienza informatica	Bassa	Medio-alta
Integrabilità multimediale	Media	Alta
Compressibilità	Medio-bassa	Alta

tra i prodotti attualmente in commercio, la spesa va da 6 a 20 milioni di lire.
La memorizzazione dei dati su supporto intermedio (punto 5) è un passo che può essere evitato usando dischi WORM o cancellabili.
In tal caso le rappresentazioni delle immagini vengono memorizzate direttamente sul supporto finale e permane soltanto il problema di eventuali copie da realizzare in seguito. Al contrario, il passo è indispensabile se il supporto finale è di tipo CD-ROM.
Spesso, però, si utilizzano i vari tipi di supporto in maniera combinata, sfruttando WORM o cancellabili come supporto provvisorio di memorizzazione per una banca dati destinata a risiedere su CD-ROM.
Un drive per WORM costa da 5 a 23 milioni di lire, per una capacità che va da 600 a 2560 Mb; mentre un drive per dischi cancellabili costa da 6 a 14 milioni di lire, per una capacità che va da 600 a 1000 Mb.
I dischi WORM e cancellabili costano entrambi fra le 300.000 e le 700.000 lire ciascuno, in relazione alla capienza e alla marca.
Qualora si renda necessario avere in linea più di un disco, occorre dotarsi di un juke-box; i costi variano in ragione del numero e della capienza dei dischi, ad esempio: per 25 WORM da 5 1/4'' (800 Mb cd.) la spesa è intorno ai 50 milioni di lire; per 72 WORM da 12'' (2 Gb cd.) la spesa è di circa 350 milioni di lire.
Il costo di produzione di un CD-ROM varia in dipendenza del volume dei dati da memorizzare e della durata richiesta per l'intero procedimento; ad esempio se l'operazione venisse effettuata nell'arco di due settimane, il costo del service esterno si aggirerebbe sui 7 milioni di lire, comprensivo della preparazione dei file per il mastering. Le copie su CD-ROM costano circa 25.000 lire ciascuna, per quantità inferiori a 100; circa 7.000 lire ciascuna per quantità superiori a 1.000.
Il prezzo va concordato per volumi di copie ancora maggiori.
Infine, un player di CD-ROM costa al massimo 3 milioni di lire.

6. Conclusioni

Per poter dare, come si è detto inizialmente, almeno alcuni parametri di giudizio all'utente, le valutazioni fatte sono state raccolte in una tabella riassuntiva (fig. 3), dove si stabilisce un confronto di massima tra i due formati di rappresentazione delle immagini, quello analogico e quello digitale.

La telematica nelle compagnie di assicurazione

SERGIO CAMPODALL'ORTO

Dipartimento di Economia e Produzione
Politecnico di Milano

1. Introduzione

Il presente articolo illustra le modalità di collegamento centro-periferia realizzate da tre società assicuratrici europee leader nei rispettivi Paesi.

Questo tema è estratto da una ricerca ben più ampia dal titolo "Automazione dei servizi periferici e collegamenti telematici nelle Compagnie assicuratrici" commissionata da Bull Italia al CEIIL di Milano e realizzata da Gianpio Bracchi, Sergio Campodall'Orto, Emilio Paolucci e Fabio Villa.

Lo scopo principale della ricerca, che sarà prossimamente pubblicata da Franco Angeli, è stato quello di analizzare il livello di diffusione e di utilizzo dei sistemi telematici all'interno del settore assicurativo italiano. Questa focalizzazione è stata motivata dalla consapevolezza della necessità esistente sul mercato di un miglioramento del collegamento tra strutture centrali e periferiche presso le Compagnie assicuratrici italiane anche in prospettiva dell'aumento di competitività conseguente all'apertura del Mercato Unico Europeo.

2. Telematica e assicurazioni: tre esperienze europee

È opinione diffusa che l'unificazione del mercato europeo avrà sensibili ripercussioni sul settore assicurativo. Nel 1993 diventerà infatti possibile sottoscrivere polizze assicurative con qualsiasi compagnia che abbia sede nei Paesi della Comunità optando quindi per quelle società che offrono il miglior rapporto prezzo/prestazioni.

È difficile ipotizzare però un completo cambiamento a breve termine dell'attuale sistema assicurativo italiano, che è essenzialmente basato sul rapporto compagnia-agente ed in cui quest'ultimo opera in un ambiente estremamente protetto, derivato essenzialmente dalle clausole di esclusività territoriale.

Per le compagnie estere che intendono puntare al mercato italiano, ritenuto potenzialmente attrattivo a causa del contenuto ammontare di premi pro capite pagati nonchè per l'incidenza dei premi riscossi sul PIL, si prospettano diverse strategie di penetrazione che variano dall'acquisizione di compagnie già esistenti e radicate sul territorio alla costruzione ex novo di reti e canali di vendita.

Qualunque sia la strategia individuata, direttamente collegata alla dimensione dell'investimento ed alle ipotesi strategiche di sviluppo sul mercato nazionale, l'obiettivo comune rimane sempre quello di offrire servizi assicurativi più appetibili rispetto alle imprese italiane.
In particolare, le imprese estere puntano ad un contenimento dei premi a parità di prestazioni. Ciò comporta, inevitabilmente, una diminuzione dei costi operativi e tra questi quelli imputabili alla distribuzione del prodotto, forse gli unici sui quali è possibile incidere in modo significativo.
Attualmente si stima che l'incidenza delle spese e delle commissioni di agenzia sia prossimo al 20% circa dell'ammontare dei premi raccolti, per cui è facilmente intuibile il vantaggio che un contenimento di questi costi comporta.

In questo contesto la telematica potrà giocare un ruolo fondamentale nel ridurre i costi di transazione dell'informazione tra centro e periferia, in particolare nei seguenti momenti:

- nei momenti preliminari alla stesura del contratto: informazioni sul cliente, su rischi di un certo mercato assicurativo, sulle tariffe applicate da altre compagnie, ecc. L'agente, conoscendo le polizze già sottoscritte dal cliente, è in grado di proporre delle modifiche e di aggiungerne di nuove.
- Durante la stesura vera e propria del contratto: determinazione immediata del premio, emissione polizza, ecc. L'immediatezza nell'emissione della polizza è importante per limitare ripensamenti e temporeggiamenti da parte del cliente.
- Nella gestione della polizza dopo che essa è già stata stipulata: rimborsi, perizie, ecc. Ad esempio le informazioni riguardo perizie e rimborsi possono essere scambiate a costi e in tempi estremamente più contenuti.

In ognuna di queste fasi le capacità di coordinamento e di controllo dell'intera organizzazione vengono migliorate grazie all'utilizzo di soluzioni telematiche con dei costi minori (a regime) rispetto a quelli legati a soluzioni "tradizionali".

Da quanto indicato si può intuire l'importanza che riveste lo sviluppo organico e programmato dell'informatica presso la rete periferica assicurativa. Purtroppo poche volte ciò si è verificato ed in effetti si è finora quasi sempre assistito ad un rapporto conflittuale tra la compagnia e gli agenti, sugli obiettivi dell'informatizzazione.

All'estero simili problematiche non si sono manifestate in modo analogo, in quanto esistono mercati e rapporti differenti. Basti pensare ad esempio che in Belgio la maggior parte dei contratti assicurativi viene stipulato da brokers (in Italia questo canale di vendita non supera il 13% dei premi raccolti) mentre in Francia e Germania si sono sviluppate compagnie in cui la struttura periferica è composta da dipendenti della Compagnia stessa con una struttura organizzativa, quindi, che è mutuata da quella degli istituti di credito.

Si può pertanto affermare che le strategie di connessione telematiche centro-periferia dipendono quindi da situazioni storiche, culturali e di mercato. Vediamo pertanto come le seguenti tre assicurazioni europee:.

— Allianz (Germania)
— Commercial Union (Gran Bretagna)
— AXA (Francia)

si sono strutturate per competere sul mercato nazionale ed internazionale.

3. Il caso AXA (Francia)

Il gruppo assicurativo francese AXA, controllato dalla Compagnie du Midi, raggruppa 42 società di assicurazione, riassicurazione, immobiliari e servizi finanziari, distribuite in otto Paesi.

AXA ha un volume d'affari di circa 12.500 miliardi di lire, per la gran parte concentrati nel ramo assicurativo (86%), e ha un numero di dipendenti pari a 17.000 unità circa.

La struttura assicurativa in territorio francese del gruppo è stata di recente (1989) ristrutturata ed è attualmente suddivisa in tre compagnie assicurative:

— *AXA Assurance,* che distribuisce i propri prodotti attraverso 4000 agenti;
— *UNI EUROPE*, che vende esclusivamente tramite brokers (circa 1000 sul territorio francese);
— *Franklin Assurance,* indirizzata verso altre forme di distribuzione.

L'informatizzazione in AXA

La strategia informatica di AXA si integra con quella più generale del gruppo, che prevede una completa decentralizzazione verso le singole società operatrici delle decisioni relative alla gestione.

La realizzazione del progetto informatico del gruppo, denominato AXANET, è iniziata nel 1988 ed è ormai completata.
Lo scopo principale è stato quello di fornire a tutte le società del gruppo, francesi ed estere, un "sistema informatico comune" (boite a outils) che possa essere adattato ed integrato secondo le singole esigenze aziendali, cioè dalle società assicurative come da quelle bancarie.

La gestione dell'informatizzazione è estremamente centralizzata. Presso la sede sono decisi tutti gli acquisti ed i contratti di comunicazione. Ad esempio, le apparecchiature informatiche installate presso le agenzie (PC e terminali, reti locali) sono acquistate da AXA e cedute in uso, dietro il pagamento di un canone che copre mediamente il 20% del costo; questa concentrazione degli acquisti fa risparmiare, secondo i responsabili aziendali, circa il 15% nei costi di informatizzazione.

La struttura di AXANET

La struttura di AXANET si articola su due livelli: uno locale e uno centrale comunicanti tra loro attraverso una rete di telecomunicazioni (fig. 1).

Il *livello centrale* è composto generalmente da un sistema che gestisce le applicazioni e le basi dati. Da osservare che il calcolatore centrale può essere dedicato a più società.

Il *livello locale* è relativo a tutti gli utilizzatori: impiegati della sede, agenti, brokers, che sono generalmente connessi al calcolatore centrale attraverso la rete pubblica a commutazione di pacchetto TRANSPAC.

Ogni utilizzatore può accedere alle applicazioni o alle basi dati tramite una "password". In alcuni casi, può essere gestita tramite il calcolatore centrale anche la singola contabilità di agenzia.

La connessione tra i calcolatori delle singole compagnie, avviene sia tramite la rete AXACOM, sia attraverso la rete pubblica (TRANSPAC).

La struttura periferica di AXA

AXA Assicurazioni è presente sul territorio nazionale tramite 4.000 agenti che eseguono, con la casa madre, l'85% circa del proprio volume d'affari.

Gli agenti di AXA non hanno il vincolo della monomandatarietà, però sono strutturati in modo da operare principalmente per la società parigina. Una diversificazione più ampia dei propri servizi li porterebbe a perdere la qualifica di agenti e li farebbe ricadere in quella di brokers.
In Francia, nel rapporto tra compagnie ed agenzia, non si riscontra il vincolo della territorialità dell'agenzia. Le compagnie sono, quindi, più libere nella propria ricerca di canali alternativi e/o aggiuntivi.
Come indicato, tutti gli agenti AXA sono collegati al mainframe centrale attraverso la rete TRANSPAC, funzionante a 64 K bit/sec.

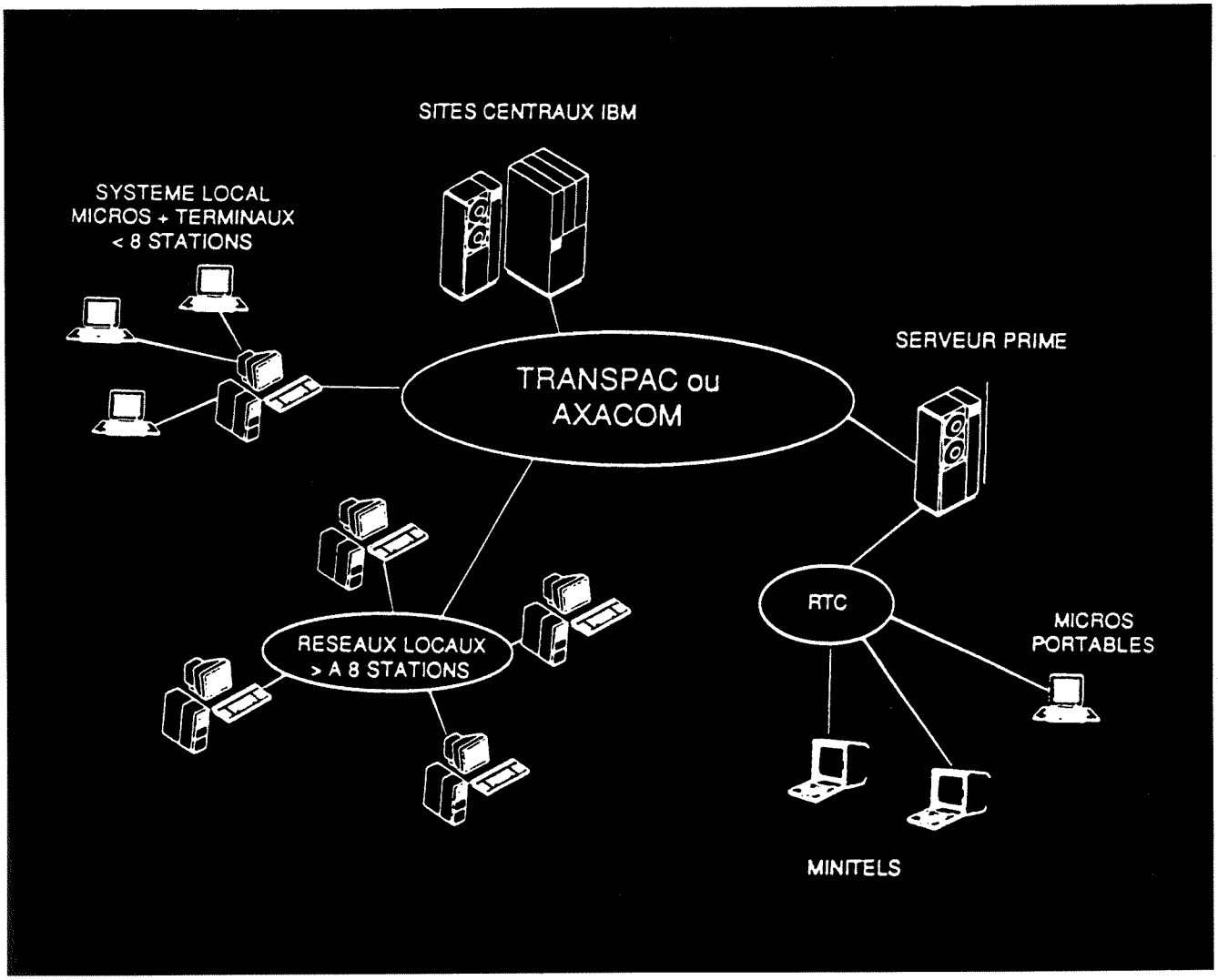


Fig. 1 - L'architettura di AXANET

Contrariamente alla situazione italiana, l'utilizzo della rete a commutazione di pacchetto ha un costo decisamente inferiore rispetto alla rete telefonica commutata, benchè assicuri velocità ed affidabilità decisamente superiori.

I brokers sono, invece, collegati al mainframe di UNI EUROPE, o attraverso TRANSPAC o tramite un modem utilizzando la linea telefonica tradizionale.
Diversi brokers utilizzano, invece, per la comunicazione, il loro terminale MINITEL che si collega ad un calcolatore a loro dedicato.
I brokers del gruppo sono circa 1.000, ma solo 300 hanno un'attività continuativa.
Attraverso questo canale, viene effettuato circa il 20% della raccolta dei premi assicurativi (12% in numero di polizze).

A metà del 1990 è stata introdotta in Francia la rete ASSURNET, ampliamento in territorio francese dell'omonima rete belga, che a regime dovrà collegare tutti i brokers e tutte le compagnie di assicurazione.

4. Il caso ALLIANZ Property and Casualty Group (Germania)

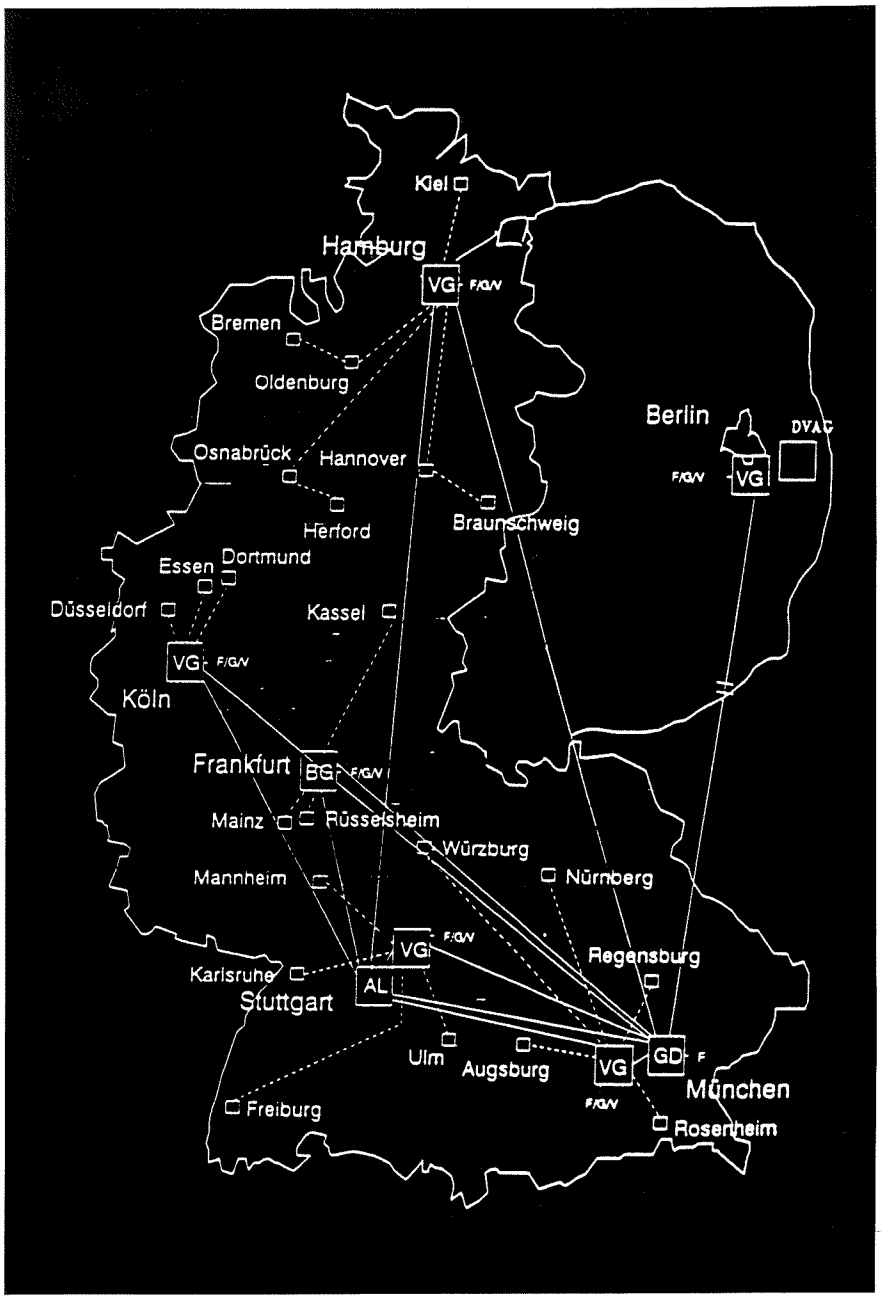
A questa divisione del maggior gruppo assicurativo europeo è affidato il compito di sviluppare tutte le attività assicurative distinte dal ramo vita, svolte dall'Allianz sul territorio tedesco, compresi anche gli interessi esistenti nell'ex territorio della RDT.

L'Allianz Property and Casualty Group è organizzata essenzialmente su base territoriale: tradotto in termini operativi questo significa che la responsabilità di tutti gli affari del gruppo in una certa area geografica è di competenza dell'unità organizzativa a cui tale area è stata assegnata; non sono ammesse interferenze.

A tale fine il territorio dell'attuale Germania è stato suddiviso in sei grandi aree, ciascuna delle quali è affidata ad una sede regionale.

Ciascuna delle sei aree è poi suddivisa ulteriormente in parti assegnate a delle filiali locali di dimensioni

Fig. 2 - La rete informatica di Allianz



minori; il numero totale di queste filiali "di secondo livello" è di 105. In figura 2 è riportata la collocazione delle sedi regionali e delle principali filiali locali.

Le filiali possono agire sul territorio assegnato direttamente o per mezzo di agenti. Questi ultimi non sono dipendenti dell'Allianz; tuttavia essi operano esclusivamente per conto di tale compagnia (monomandatari).

Gli agenti, pur raccogliendo quasi il 70% dei premi della compagnia, non possono emettere direttamente le polizze. Essi costituiscono l'interfaccia della compagnia nei confronti del cliente: forniscono consulenza assicurativa, concordano con esso il tipo e il premio delle polizze (secondo tabelle indicate dalla compagnia), raccolgono le richieste di rimborso, ecc. Ad essi non è tuttavia concesso di emettere direttamente le polizze. Questo compito è riservato esclusivamente alle filiali dell'Allianz. Ogni agente dopo aver concordato i termini di una polizza con un cliente trasferisce tutta la documentazione alla filiale dalla quale dipende: solo qui sarà emessa la polizza che sarà poi restituita all'agente e quindi al cliente.

Il sistema informativo

Il sistema informativo dell'Allianz Property and Casualty mostra una struttura assai centralizzata. Ogni sede regionale è dotata di un mainframe per l'elaborazione di tutte le informazioni riguardanti la contabilità e le polizze.

L'accesso al mainframe è ottenuto per mezzo di più di 10.000 terminali

sparsi fra le diverse sedi e filiali della compagnia; in aggiunta a ciò, nei vari uffici sono installati circa 2.000 PC, alcuni dei quali collegati in rete fra di loro (sono circa 40 le LAN di PC esistenti).

Anche gli agenti sono soggetti alle scelte operate dalla compagnia in termini di hardware. Se qualcuno di essi intende acquistare nuovi calcolatori, è la compagnia a farlo per lui, scegliendo le macchine e finanziandolo.

Scopo di questa politica è quello di mantenere l'omogeneità dell'hardware in vista di un futuro collegamento fra tutti gli agenti.

Anche la struttura del sistema informativo rispetta il criterio della territorialità: il mainframe di una sede regionale viene utilizzato per elaborare solo le informazioni della zona di competenza. Gli stessi database non si sottraggono a questa regola; i dati di una polizza sono immagazzinati nel database della regione in cui è stata stipulata.

La rete informatica

Le sei sedi regionali, la sede EDP di Monaco e le filiali locali di dimensioni maggiori sono connesse fra di loro da una rete a 64 Kb/s di esclusivo utilizzo fornita dalla D.B. Telekom (fig. 2). La rete è configurata in modo che esistano percorsi alternativi fra due nodi, così da renderla meno vulnerabile ai guasti e da poter redistribuire il traffico nei momenti di massimo carico. Si sta approntando un collegamento via satellite con la sede di Berlino a causa della cattiva qualità di quello esistente. Tramite questa rete è possibile per i vari nodi collegati fare query a database remoti, scambiare dati relativi a polizze, clienti, contabilità, richieste di rimborso danni, situazione finanziaria, inviare posta elettronica, ecc.

Le filiali di dimensioni minori sono invece collegate on-line per mezzo di linee fornite dalla D.B. Telekom con una sede o filiale connessa alla rete principale. Ognuna di queste filiali possiede almeno un terminale dedicato a tale collegamento e lo utilizza per inviare alla sede dalla quale dipende dati riguardanti le polizze emesse presso le filiali. Esiste una corrispondenza uno ad uno fra il personale addetto alla gestione delle polizze (non va considerato il personale che si occupa di amministrazione od altro) ed il numero dei terminali installati.

L'emissione delle polizze è completamente automatizzata e viene effettuata per mezzo di terminali collegati al mainframe regionale direttamente (sedi regionali e filiali principali) oppure on-line (filiali minori).

Dalla connessione in rete sono esclusi gli agenti. Alcuni di essi, circa 2300 scelti fra quelli di maggiori dimensioni, sono connessi alla filiale dalla quale dipendono per mezzo di un protocollo X 25. Questa connessione non permette comunque loro di emettere polizze in modo autonomo, ma solo di ottenere delle informazioni addizionali sulle polizze, sui clienti e sull'andamento delle vendite di polizze.

Quasi ogni agente possiede almeno un PC nel suo ufficio e circa 200 di essi sono dotati di una LAN. L'uso dei PC è comunque limitato alla contabilità interna degli agenti.

5. Il caso Commercial Union (Gran Bretagna)

Commercial Union (C.U.), una delle maggiori compagnie britanniche ed europee, (4230 milioni di sterline di premi raccolti nel 1990) è strutturata in divisioni sulla base di criteri di tipo geografico: C.U. United Kingdom, C.U. Continentale Europea, C.U. North America, C.U. Overseas.

La divisione United Kingdom che opera sul mercato locale, e sulla quale è focalizzato il presente case study, è a sua volta suddivisa sulla base del tipo di attività svolta.

La struttura territoriale ed informatica di C.U. UK

I dati relativi a tutte le polizze sottoscritte dai clienti di C.U. sono memorizzate presso un centro elaborazioni dati centrale che utilizza tre mainframe.

La Gran Bretagna è stata suddivisa in quattro aree regionali ognuna delle quali ha una sede dotata di calcolatore AMDAHL collegato con rete dedicata ai mainframe centrali.

Nel corso dell'anno le sedi regionali saranno collegate con la rete a larga banda (Ethernet) che dovrebbe consentire una velocità di trasmissione delle informazioni pari a 10 Mb/s.

Le regioni sono a loro volta divise in aree più piccole affidate a delle filiali. Il loro numero totale è di circa 40 ed ognuna di esse occupa circa 100-150 persone.

Le filiali hanno il compito di amministrare tutte le polizze sottoscritte nella zona di loro competenza. Esse si occupano inoltre di:

- effettuare i rimborsi dopo averne valutata l'entità per mezzo di ispettori;
- occuparsi dei clienti di grandi dimensioni (ad esempio aziende);
- espletare tutte le attività amministrative relative alle polizze: ad esempio provvedono a gestire lo scadenziario;
- dirigere e controllare la locale rete di vendita, broker compresi.

Le filiali sono inoltre collegate direttamente o tramite le divisioni regionali ai mainframe centrali; in tal modo esse possono sia accedere alle informazioni relative a tutti i clienti C.U. che caricarvi in tempo reale le informazioni relative alla sottoscrizione di nuove polizze o a modifiche di quelle esistenti.

La connessione è ottenuta per mezzo di una rete privata della C.U. denominata *CUNet* nella quale possono essere scambiati dati, voce ed immagini. Essa permette infatti un flusso di informazioni a 2Mb/s multiplexato in 32 canali a 64 Kb/s.

Relativamente alla trasmissione di immagini si sta concludendo un progetto che ha avuto come scopo quello di definire formati e modalità di trasmissione delle immagini via rete. Nelle intenzioni esse dovrebbero permettere lo scambio fra le agenzie

	AXA	ALLIANZ	C.U.
Struttura Organizzativa	Per canale distributivo	Per area geografica (5 Sedi)	Per area geografica (4 Sedi)
Grado di internazionalizzazione	32%	40%	70%
Rapporti con gli agenti	Non monomandatari (4000 collegati)	Monomandatari (non emettono polizze)	Monomandatari
Utilizzo delle reti	TRANSPAC (agenti) MINITEL (brokers) ASSURNet (brokers)	Privata (solo per le sedi regionali)	CUNet (rete propria)
Localizzazione dei database	Centrale	• Sei aree regionali • Centrale	• Filiali (40) • Centrale
Collegamenti con gli agenti	TRANSPAC	Nessuno	• CUNet • Rete telefonica
Emissione polizze	Automatica in agenzia	Dalle filiali regionali	Automatica in agenzia

Fig. 3 - Confronto fra tre compagnie assicuratrici europee

di fotografie relative a incendi, incidenti, ecc. avvenuti in zone remote o molto distanti fra di loro. La trasmissione dovrebbe avvenire alla velocità di 2 Mb/s, sfruttando in questo modo tutta la capacità messa a disposizione dalla rete.

È in fase di studio invece per il ramo vita l'utilizzo di work-station multimediali che permettano di trattare immagini relative agli assicurati e alle loro cartelle cliniche.

Il collegamento in rete assicura estrema flessibilità alla struttura; è infatti concesso agli assicurati, ad esempio, di presentare denunce di incidenti, di richiedere rimborsi, ecc in filiali diverse da quella dove si è sottoscritta la polizza.

Alle filiali sono collegate diverse centinaia di uffici locali dove lavorano fino ad un massimo di 5-6 persone. Essi possono emettere polizze ma solo di tipo standard e forniscono inoltre un supporto agli intermediari che distribuiscono i prodotti di CU (agenti e broker).

L'emissione delle polizze negli uffici locali è completamente automatica e viene effettuata per mezzo di PC o di terminali collegati tramite CUNet con la filiale di appartenenza. In questo modo tutti i dati relativi alla polizza vengono immediatamente inviati al sistema centrale. Essi godono solamente di una limitata autonomia per quanto riguarda il premio delle polizze: essi possono effettuare piccole variazioni di prezzo, all'interno però di standard predefiniti.

Infine, gli agenti, di tipo monomandatario, ed i broker sono anch'essi connessi via rete. Il tipo di connessione dipende dal volume di affari che essi trattano nel corso dell'anno. Esso va dall'uso di CUNet per i maggiori all'uso dei modem sulla rete telefonica per i più piccoli. La remunerazione della loro attività avviene per mezzo di commissioni percentuali (dal 12% al 26% del premio complessivo) sulle polizze procurate a CU.

6. Confronto fra AXA - C.U. - ALLIANZ

La struttura organizzativa nazionale cambia radicalmente confrontando la scelta britannica e tedesca con quella francese (fig. 3). Questi ultimi, unici in Europa, hanno infatti adottato un innovativo modello gestito su tre canali distributivi: gli agenti (il principale, che con le sue 4000 unità raggiunge l'85% dell'intero fatturato), i brokers (circa 1000) ed altre forme di vendita (essenzialmente telemarketing).
L'organizzazione di Allianz e C.U. si basa invece su una suddivisione a livello territoriale con la definizione di alcune aree (quattro in G.B. e sei in R.F.T.) completamente autonome.

Punto in comune fra queste diverse tipologie organizzative è l'esistenza di una sede centrale EDP che gestisce e controlla i dati in arrivo, od in partenza, dalle filiali e dalle agenzie.

La gestione ed il controllo delle relative strutture organizzative appaiono molto accentrati in Francia ed in Germania, più decentrati in Gran Bretagna dove le società che dirigono le quattro grandi aree in cui è stato diviso il territorio nazionale sono operativamente indipendenti ed autonome dalla propria holding.

Gli stessi agenti (e brokers) sono diversamente definiti all'interno delle tre società:

— presso AXA non sono monomandatari e se curano in proprio servizi assicurativi differenti vengono qualificati come brokers; agenti e brokers sono comunque entrambi connessi in rete con le sedi principali tramite collegamenti su reti pubbliche (rispettivamente TRANSPAC e MINITEL);
— presso Allianz presentano il vincolo della monomandatarietà pur non venendo qualificati come indipendenti; l'importanza strategica degli agenti, che raggiungono il 70% dei premi raccolti, viene però fortemente limitata da due fattori: non possono emettere polizze (emesse dalle filiali), rappresentando in tal modo solo un'interfaccia della compagnia presso il cliente; non sono collegati in rete alle sedi territoriali;
— presso C.U., pur essendo anch'essi monomandatari, possono invece emettere polizze, amministrare finanziariamente i propri clienti ed entrare, tramite codici d'accesso personali, alle banche dati delle sedi regionali a cui sono connessi in rete (CUNet).

Questo differente approccio organizzativo è spiegabile, oltre che facendo riferimento al tradizionale atteggiamento dei singoli mercati di appartenenza (più liberale quello inglese, più conservatore quello tedesco e moderato quello francese), considerando il differente livello tecnologico presente non solo nei sistemi informativi ma soprattutto nei sistemi di telecomunicazione adottati.

AXANET è il sistema informativo a 2 livelli (centrale - locale) scelto da AXA per garantire il medesimo sistema a tutte le società del gruppo, con la possibilità di essere adattato in base alle singole esigenze.

In Gran Bretagna, il sistema informativo è basato su mainframe presenti in ogni sede regionale accessibili dall'interno tramite reti LAN Ethernet a larga banda, e dall'esterno tramite la rete CUNet. Esiste fra le filiali e gli agenti abilitati di C.U. un alto valore di interscambio ed aggiornamento dati diretto quindi non solo verso la sede centrale (come invece avviene principalmente in Francia e Germania).

Il sistema informativo di Allianz è anch'esso basato su mainframe presenti in ogni sede territoriale ai quali gli agenti/filiali della area stessa possono accedere via codice per svolgere però solo query parziali. Ogni mainframe elabora unicamente i dati della regione presso cui è inserito. Infatti, solo a livello di EDP centrale esiste la possibilità di confrontare ed elaborare congiuntamente tutti i dati regionali.

Mentre le capacità e le potenze elaborative sono comunque garantite in tutte e tre le compagnie, coprendo il normale fabbisogno, si possono cogliere notevoli differenze nella tipologia delle reti utilizzate.

In Gran Bretagna le quattro aree regionali sono interamente cablate e collegate da una propria rete (CUNet) a larga banda, che consente quindi applicazioni di tipo multimediale (trattamento contemporaneo della voce, di testi ed immagini).

In Francia AXA si rivolge quasi esclusivamente all'offerta del gestore pubblico, utilizzando la rete a commutazione di pacchetto TRANSPAC e le linee telefoniche dedicate per l'uso dei Minitel (adottati dagli agenti minori).
Ultimamente è stata introdotta ASSURnet, prolungamento della rete nazionale belga, che a regime dovrà collegare tutti i brokers e le compagnie di assicurazione del gruppo francese.

Allianz utilizza alcuni nodi di D.B. Telekom solo per le sei sedi regionali, per quella del centro EDP e per le principali filiali. Per il resto adotta solo collegamenti on-line utilizzati dai principali agenti tramite protocollo X.25; in futuro questo tipo di collegamento sarà esteso a tutti gli agenti.

Occorre sottolineare come tutte e tre le società assicurative abbiano intenzione, a breve termine, di potenziare ulteriormente i propri sistemi di collegamento arricchendoli, soprattutto a livello software, con sistemi esperti per la valutazione dell'entità dei premi e l'assicurazione di grandi rischi commerciali.

Analisi delle prestazioni degli elaboratori vettoriali: il DPS90/91

ALESSANDRA PAPINI

Dipartimento di Energetica
Università di Firenze

1. Introduzione

In questo lavoro vengono presentati i risultati di alcune prove di performance eseguite sull'elaboratore vettoriale Bull DPS90/91 e vengono descritte le caratteristiche hardware e software della macchina che tali prove hanno evidenziato.

Le architetture vettoriali sono rivolte principalmente al calcolo scientifico e, dopo una prima diffusione nell'ambito dei supercomputer, sono state adottate anche su mainframe di tipo general purpose, quale appunto il DPS90/91.
Trattando di programmazione vettoriale quindi faremo sempre riferimento al FORTRAN che, oltre ad essere per tradizione il linguaggio di programmazione più diffuso in ambito scientifico, è anche l'unico tra i linguaggi ad alto livello disponibili sul DPS90/91 (FORTRAN 77, C, PASCAL, COBOL) in grado di sfruttare le caratteristiche vettoriali della macchina (in particolare con il compilatore FORTRAN 77-ESV).

I primi due paragrafi, rivolti a tutti coloro che non hanno familiarità con l'argomento, contengono cenni di carattere introduttivo sui principi su cui si basa l'elaborazione vettoriale e su cosa caratterizza le architetture vettoriali rispetto a quelle seriali tradizionali.
Nel primo in particolare, con riferimento alla architettura del DPS90/91, viene descritto il processo evolutivo che ha portato alla realizzazione degli elaboratori vettoriali ed è introdotto il concetto di pipeline che ne è la base.

Nell'ultima parte, infine, sono riportati e discussi i risultati dei test effettuati.
Il problema di stimare le performance di un elaboratore vettoriale è piuttosto articolato e complesso, ed esiste una letteratura vastissima sull'argomento.
In [1] in particolare possono essere trovati maggiori dettagli sulle previsioni e sui risultati teorici che sono stati poi verificati con le prove svolte, comprendenti una serie di semplici programmi per la stima della performance di picco R_∞ e del parametro $n_{1/2}$ [2], nel caso di operazioni elementari tra vettori (somma, prodotto, prodotto scalare...).
Ovviamente i risultati ottenuti non possono (e non vogliono) fornire un quadro completo delle prestazioni di un elaboratore, a cui contribuiscono una quantità di altri fattori che intervengono di fatto nella programmazione: dalla gestione della memoria e dell'I/O, al tipo di applicazione che deve essere implementata.
Ma per quanto limitati, oltre a servire come termine di confronto con altre macchine, i test effettuati forniscono comunque una serie di indicazioni utili sulla potenza di CPU del DPS90/91, su alcune caratteristiche del compilatore FORTRAN 77/ESV, nonchè sulle tecniche da utilizzare per ottimizzare l'impiego del sistema.

2. La pipeline

Il concetto di pipeline si ispira al principio della catena di montaggio ed è basato sulla suddivisione dell'unità centrale in più unità hardware specializzate in grado di lavorare contemporaneamente su istruzioni o dati diversi.
La pipeline del DPS90/91 è organizzata su sei livelli; ogni livello corrisponde ad una delle seguenti fasi di elaborazione di una generica istruzione assembler:

DECODE — l'istruzione viene prima caricata dalla memoria centrale e poi decodificata;

ADDRESS — vengono generati gli indirizzi degli operandi;

PAGING — vengono individuate le pagine di memoria virtuale che contengono gli operandi.
La memoria virtuale è uno spazio di memoria (disco) estremamente vasto (2^{43} byte), notevolmente superiore alla massima dimensione di memoria reale configurabile (64 Mbyte); la pagina (4Kbyte) è l'unità di trasferimento di informazioni da e verso la memoria reale. Poichè un programma, al momento della sua esecuzione, non risiede interamente in memoria reale, un meccanismo di paginazione garantisce la residenza in memoria reale delle necessarie pagine di programma, regolandone i trasferimenti.

CACHE — gli operandi vengono caricati in registri opportuni dopo averne controllato la presenza

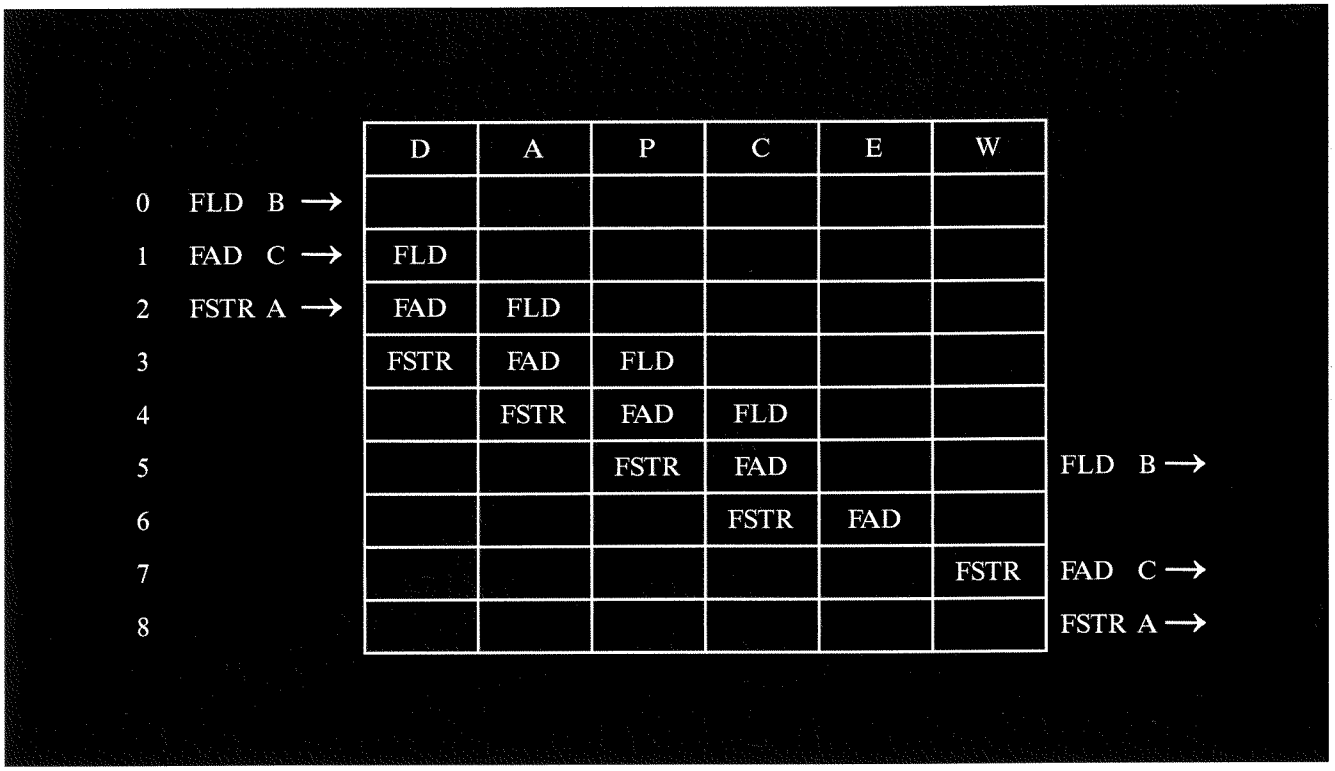


Fig. 1 - Somma di due numeri mediante pipeline

nella memoria ad accesso veloce (memoria "cache");

EXECUTION — viene eseguita l'operazione;

WRITE — il risultato dell'operazione viene scritto in memoria.

Per maggiore chiarezza, vediamo come tutto questo si applica ad alcuni esempi.

Esempio 1: somma di due numeri.

L'istruzione FORTRAN

A = B + C

corrisponde alla sequenza di istruzioni assembler

FLD B — carica il valore di B sui registri aritmetici

FAD C — somma ai registri aritmetici il valore di C

FSTR A — memorizza in A il risultato

Se supponiamo che un ciclo di macchina sia sufficiente per completare una singola fase di elaborazione, la somma di due numeri può essere rappresentata simbolicamente come in fig. 1, dove con D, A, P, C, E e W sono indicati i sei livelli della pipeline.

Il ciclo di macchina, che successivamente indicheremo anche con "cp" (*clock period*), è l'unità minima di tempo scandita dall'orologio della macchina. È legato alla velocità di funzionamento dei componenti elettronici di base, cioè al tempo di propagazione del segnale nei chip, e rappresenta l'intervallo di tempo necessario ad eseguire una qualunque operazione elementare della macchina.

La numerazione a sinistra di fig. 1 rappresenta la successione dei cicli di macchina.

Possiamo subito osservare che l'esecuzione di una singola istruzione non passa necessariamente attraverso tutte le sei fasi di elaborazione sopra descritte: l'istruzione di load (FLD B) termina con il caricamento del contenuto di B sui registri aritmetici, quella di somma (FAD C) si completa con la fase di Execution, mentre per l'istruzione di store (FSTR A) si passa direttamente alla fase di write, saltando quella di Execution. Globalmente, nelle ipotesi fatte, ci vogliono 7 cicli di macchina per eseguire la frase FORTRAN A = B + C, contro i 14 che sarebbero stati necessari, in assenza di "sovrapposizione" tra le diverse unità hardware dedicate.

Già questo semplice esempio quindi mette in evidenza i due aspetti principali che caratterizzano le architetture di tipo pipeline: da un lato la possibilità di una maggiore velocità di esecuzione; dall'altro la difficoltà di utilizzare in modo ottimale la pipeline stessa, cioè di mantenerne occupati tutti i livelli, completando, ad ogni ciclo di macchina, l'elaborazione di una istruzione assembler.

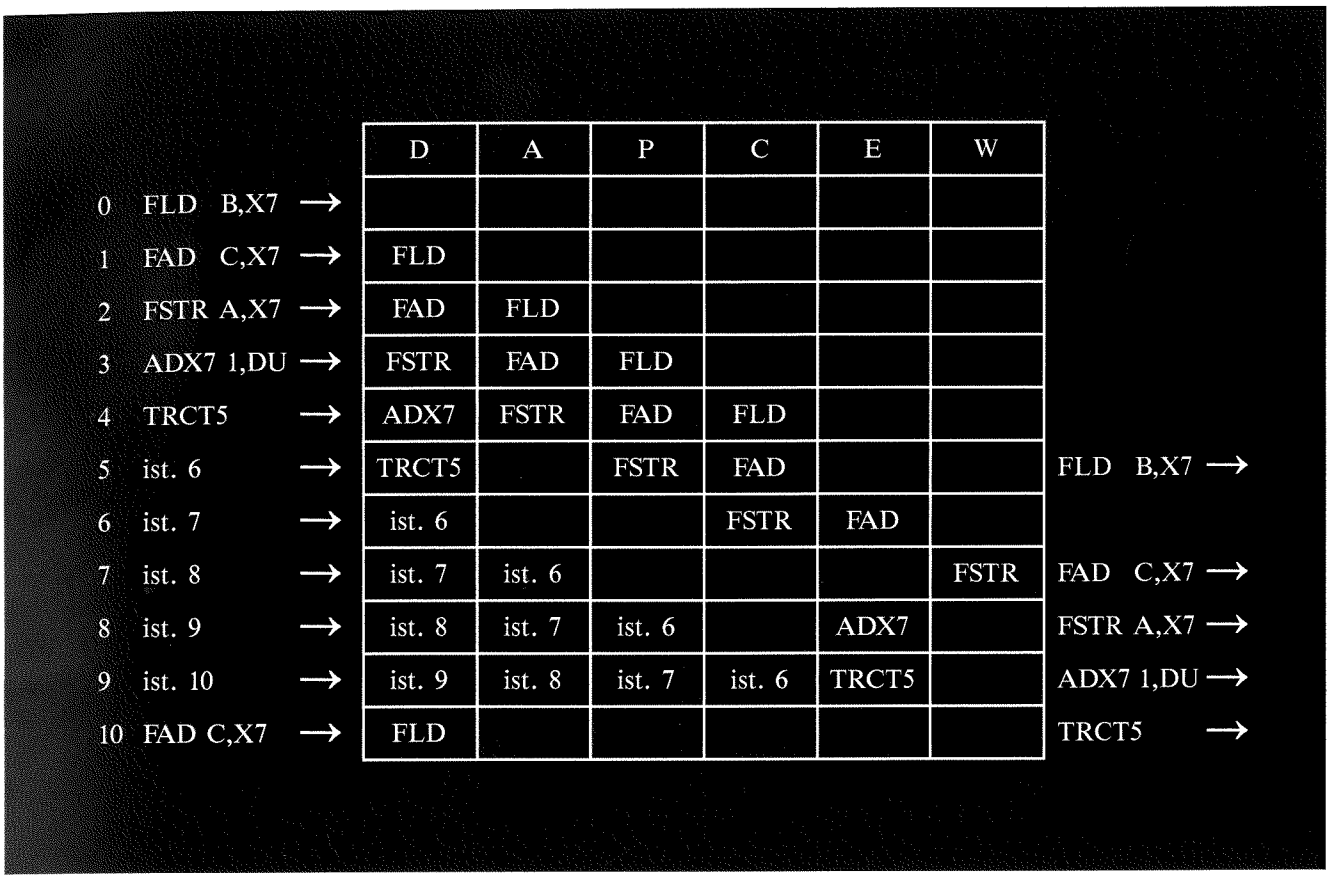


Fig. 2 - Somma di due vettori mediante pipeline

Esempio 2: somma di due vettori di N elementi.

Il do-loop FORTRAN

```
   DO 10 I = 1,N
10 A (I) = B (I) + C (I)
```

trascurando la fase di inizializzazione, corrisponde alla sequenza di istruzioni assembler

.S100002

FLD B,X7 — carica sui registri aritmetici il valore dell'elemento di B di posizione X7

FAD C,X7 — somma ai registri aritmetici il valore dell'elemento di C di posizione X7

FSTR A,X7 — memorizza il risultato nell'elemento di A di posizione X7

ADX7 1,DU — incrementa di 1 il valore di X7

TRCT5 .S100002 — vai all'etichetta .S100002 se ci sono ancora iterazioni da eseguire.

Se supponiamo ancora una volta che un ciclo di macchina sia sufficiente per completare una singola fase della pipeline, l'esecuzione del do-loop può essere rappresentata simbolicamente come in fig. 2, dove con ist. 6, ist. 7, ist. 8, ist. 9 e ist. 10 abbiamo indicato le istruzioni assembler che seguono il loop nel programma.

Complessivamente sono necessari 9 cicli di macchina per eseguire una singola iterazione del loop: l'incremento delle prestazioni è dunque notevole, rispetto ai 18 cicli (tante sono le fasi di elaborazione che vengono in realtà eseguite) che sarebbero stati necessari con una macchina di tipo tradizionale, cioè priva di pipeline.

D'altra parte anche in questo esempio si notano numerosi "colpi a vuoto" della pipeline, cioè livelli che restano inattivi per uno o più cicli di macchina.

In questo caso, inoltre, il problema dell'utilizzo parziale della pipeline è ulteriormente accentuato dalla presenza di un salto condizionato (TRCT5). Dato che le istruzioni vengono eseguite in sequenza, dopo la decodifica di TRCT5 viene caricata nella pipeline l'istruzione successiva, cioè la numero 6, quindi la numero 7 e così via, fino a che, in seguito all'esito positivo dell'operazione di confronto, deve essere nuovamente caricata l'istruzione di load.

In altri termini, l'impossibilità di prevedere i salti ha come conseguenza l'occupazione dei livelli della pipeline con istruzioni che non fanno parte del ciclo.

Questo secondo esempio offre lo spunto per nuove considerazioni legate alla ripetitività del problema. Possiamo infatti osservare che per completare l'esecuzione del loop deve essere ripetuta N volte la stessa sequenza di istruzioni; ad ogni iterazione quindi devono essere nuova-

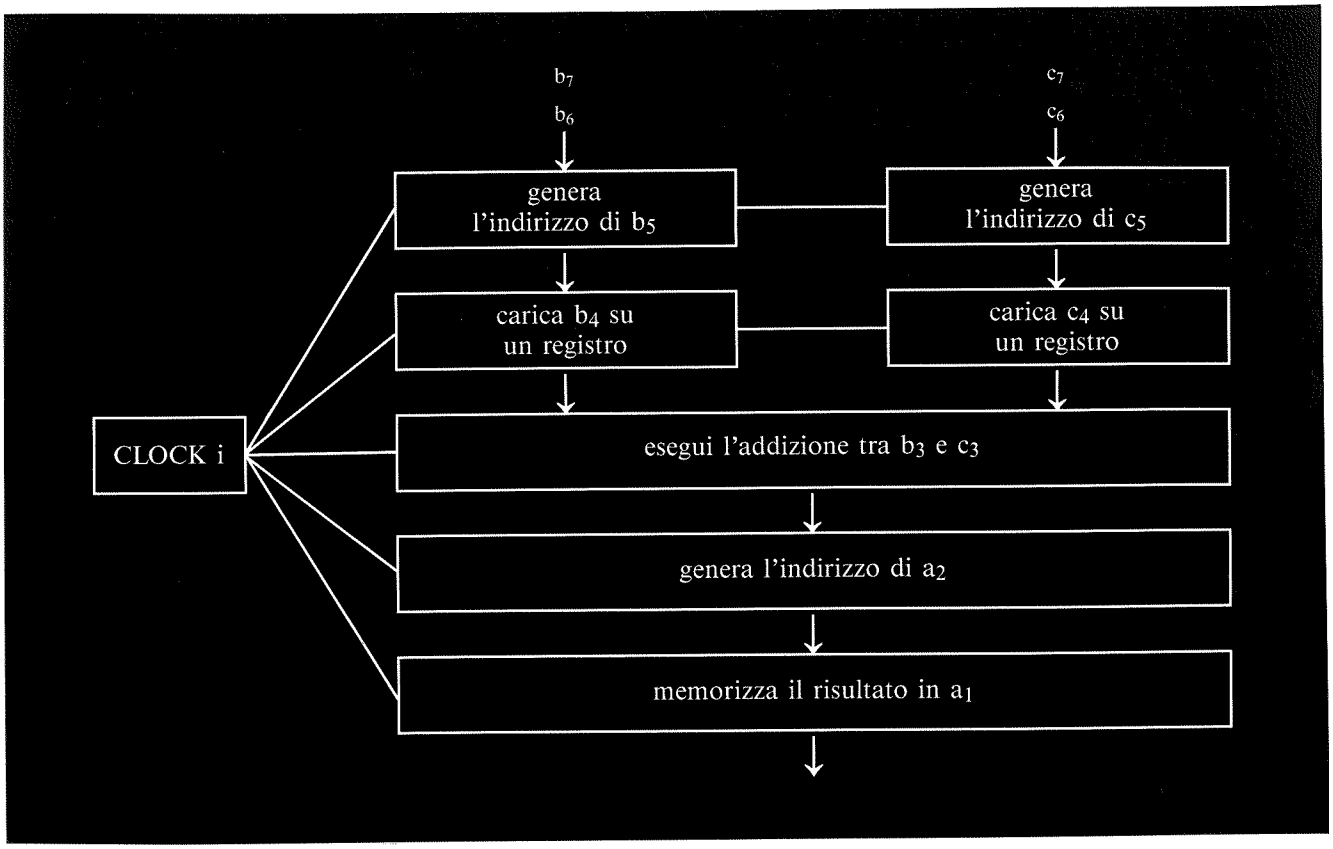


Fig. 3 - Variante della somma di due vettori

mente decodificate ed eseguite sempre le stesse istruzioni: quello che cambia sono solo gli argomenti.
Inotre nella fase di Address gli indirizzi degli operandi vengono calcolati indipendentemente dall'iterazione precedente, mentre sarebbe sufficiente incrementare in modo opportuno il contenuto dei registri indirizzo.

È naturale a questo punto chiedersi se sia possibile utilizzare un tipo diverso di pipeline, in modo che l'operazione possa essere eseguita "in serie", come su una catena di montaggio alimentata dagli elementi dei vettori.
Nel diagramma a blocchi di fig. 3 ad esempio è schematizzata l'esecuzione della somma di due vettori con una pipeline organizzata su cinque livelli, che disponga di due unità di load, una unità aritmetica e una di store.
Il flusso dei dati è regolato dall'unità di controllo: è questa infatti che si occupa di caricare gli indirizzi dei vettori a, b e c e di calcolarne la lunghezza e che controlla il trasferimento dei dati da e verso la memoria centrale.
Il tempo che intercorre tra l'inizio dell'esecuzione e l'uscita del primo risultato è detto tempo di start-up, e comprende, oltre ad una fase di inizializzazione, anche il tempo necessario al riempimento della pipeline stessa, cioè 5 cicli di macchina, se supponiamo ancora che l'esecuzione di ciascuna fase della pipeline richieda un ciclo di macchina. Nella situazione di regime si hanno cinque operandi diversi in fase di elaborazione contemporaneamente e un risultato per ogni ciclo di macchina (nell'esempio 2 ce ne volevano nove!).

Nasce da queste considerazioni l'idea del "calcolo vettoriale", cioè della possibilità di definire nuove istruzioni assembler, che operino su vettori piuttosto che su singoli argomenti scalari.
Un'unica istruzione è così sufficiente a tradurre un loop FORTRAN come quello dell'esempio 2: è poi l'unità di controllo che, una volta riconosciuta l'"istruzione vettoriale", si occupa di gestire in modo opportuno l'hardware della macchina consentendo l'esecuzione delle N operazioni scalari richieste.

L'elaborazione di una generica istruzione vettoriale non segue più le sei fasi descritte in precedenza, ma può essere schematizzata come segue:

FETCH & DECODE — analogamente al DECODE di una istruzione "scalare", l'istruzione vettoriale viene caricata dalla memoria centrale e decodificata;

START-UP — è la fase di inizializzazione in cui l'hardware della macchina viene predisposto a lavorare

in modo vettoriale, sotto la gestione dell'unità di controllo; comprende, ad esempio, l'inizializzazione di una serie di registri con gli indirizzi dei primi elementi che devono essere processati (A (1), B (1) e C (1), per l'esempio 2), il numero di ripetizioni che devono essere eseguite (N), la distanza tra due elementi successivi dei vettori (1);

EXECUTION — è la fase esemplificata in fig. 3 in cui vengono effettivamente eseguite le operazioni sui vettori;

ENDING — viene rilasciata l'istruzione vettoriale e ripristinata la modalità scalare di esecuzione.

Il compilatore FORTRAN 77-ESV in particolare, dispone di 63 istruzioni vettoriali che costituiscono il Vector Instruction Set (VIS) e una parte di codice si dice vettorizzabile se il compilatore è in grado di tradurla utilizzando il VIS.

La tipica (e fino ad oggi unica) struttura vettorizzabile è il do-loop; poichè si tratta di uno dei costrutti fondamentali del FORTRAN, la possibilità di ottimizzarne l'esecuzione può avere un forte impatto su un'ampia tipologia di applicazioni scientifiche compute-intensive.
La vettorizzazione di un dato codice, cioè la ricerca e opportuna traduzione dei loop vettorizzabili, è svolta automaticamente dal compilatore. È invece compito del programmatore quello di progettare o modificare un codice in base alle caratteristiche del sistema, per aumentarne la parte vettorizzabile [3]. (Esistono una serie di tools e pubblicazioni che forniscono indicazioni in tal senso e aiutano il programmatore in questo tipo di analisi). Va però precisato che la maggiore velocità di esecuzione si ottiene talvolta a scapito della portabilità o dell'efficienza del programma stesso su altri sistemi.

3. Gli elaboratori vettoriali

Si deve a Flynn [4] una prima classificazione degli elaboratori in tre grandi classi, in funzione dell'architettura adottata per la realizzazione dell'unità centrale e delle funzionalità che il software di sistema (Sistema Operativo) è in grado di svolgere. Le tre classi sono indicate con le sigle: SISD (Single Instruction Multiple Data), SIMD (Single Instruction Multiple Data), MIMD (Multiple Instruction Multiple Data).

Sono classificate come SISD le macchine dotate di una unità centrale basata sulla tipica architettura di Von Neumann, in cui ogni istruzione assembler opera esclusivamente su dati scalari.

Appartengono invece alla classe SIMD gli elaboratori che sono in grado di ripetere l'operazione definita da una data istruzione, su insieme opportunamente strutturati di operandi (i "vettori").

Si dicono infine MIMD le macchine di tipo multiprocessor, che possono eseguire contemporaneamente più istruzioni macchina (di tipo SISD o SIMD) relative allo stesso processo.

Gli elaboratori di queste tre classi si definiscono, rispettivamente, "scalari", "vettoriali", e "paralleli".
Tralasciando le classi SISD e MIMD vediamo ora più in dettaglio alcune caratteristiche delle macchine vettoriali.

Le unità hardware adibite al vector processing ("array processor") possono essere più o meno numerose e specializzate. Spesso sono costituite da unità funzionali di tipo dedicato (unità di load, di store, aritmetiche...), eventualmente strutturate a pipeline, che possono eseguire un dato insieme di istruzioni con il controllo dell'unità centrale. Per alcuni elaboratori l'array processor è disponibile come unità hardware opzionale.

La realizzazione della fase di EXECUTION su macchine di tipo vettoriale può avere caratteristiche notevolmente diverse da un elaboratore a un altro. Le architetture fondamentali di riferimento sono due: la MEMORY TO MEMORY e la REGISTER TO REGISTER, denominazioni che stanno a indicare due diversi modi di trasferire dati tra la memoria centrale e le unità hardware dedicate al calcolo vettoriale.

Si dicono memory to memory le macchine in cui i dati vengono prelevati dalla memoria e forniti direttamente all'array processor per l'elaborazione; i risultati vengono poi trasferiti nuovamente in memoria.
La fase di EXECUTION è quindi analoga a quella idealizzata in fig. 3

Si dicono invece register to register gli elaboratori in cui la pipeline dell'array processor è alimentata da operandi contenuti in appositi registri vettoriali e rilascia i risultati su un altro registro vettoriale.
In questo caso, se ciascun registro può contenere un numero massimo di M elementi, questi vengono processati in gruppi ("chuncks") di M per volta.
Per eseguire una generica istruzione vettoriale, quindi, devono essere trasferiti dalla memoria negli opportuni registri i primi M elementi dei vettori; una volta completata la fase di esecuzione, gli M risultati finali temporaneamente memorizzati negli appositi registri devono essere riportati in memoria.
A questo punto possono essere caricati sui registri i successivi M elementi degli operandi e così via.

Il DPS90 rientra nella classe degli elaboratori SIMD. Occorre precisare che a livello hardware esso può essere visto come MIMD, essendo configurabile con più di un processore a memoria condivisa.
D'altra parte il sistema operativo attualmente adottato, il GCOS8 (General Comprehensive Operating Supervisor 8), non prevede tali funzionalità.
È inoltre una macchina di tipo memory to memory in cui non esiste un hardware dedicato esclusivamente al calcolo vettoriale, ma è il firmware di controllo dell'unità centrale che è in grado di riservarsi e gestire in modo dedicato l'hardware stesso della macchina, ottimizzando l'uso delle unità funzionali che compongono il processore: da qui la denominazione di INTEGRATED VECTOR PROCESSOR (IVP) per la Vector Facility di questo elaboratore.
Sul DPS90 la fase di EXECUTION prevede la ripetizione dei seguenti

Tipo di elaboratore	Mainframe	Minisuper	Super Computer
Applicazione	General Purpose	E/S	E/S Scientifico Puro
Range di Potenza	5-150 MFLOPS	50-200 MFLOPS	200-1000 MFLOPS

E/S = Engineering / Scientific

Fig. 4 - Classificazione degli elaboratori vettoriali

passi per ciascun elemento degli operandi:

1) generazione degli indirizzi degli elementi correnti, tramite autoincremento di opportuni registri;
2) prelievo degli elementi correnti dalla memoria;
3) esecuzione dell'operazione;
4) memorizzazione del risultato e controllo di fine loop.

La gestione dedicata del processore permette di utilizzare in modo ottimale la pipeline e di eseguire simultaneamente i passi 1 e 4 e i passi 2 e 3 (ovviamente su elementi diversi). Se a questo aggiungiamo l'assenza degli overhead legati al DECODE delle istruzioni assembler da eseguire, si comprende facilmente come la vettorizzazione di cicli ripetitivi comporti un sensibile miglioramento delle prestazioni.
Vedremo nei prossimi paragrafi come queste prestazioni possono essere misurate.

4. Misure di performance

4.1. La velocità di picco r_∞

La velocità di esecuzione di un elaboratore di tipo general purpose viene comunemente misurata in MIPS (milioni di istruzioni per secondo). Tuttavia questa unità di misura risulta del tutto inadeguata a valutare delle applicazioni di tipo numerico, essendo dipendente dall'architettura stessa dell'elaboratore. Basta pensare al do-loop dell'esempio 2: mentre un'unica istruzione vettoriale è in grado di produrre N addizioni, nel caso scalare sono necessarie 5*N istruzioni assembler per completarne l'esecuzione.
È evidente che in termini di MIPS risulterebbe più veloce la macchina scalare, ma è altrettanto evidente che la macchina vettoriale produce gli stessi risultati in un tempo molto minore. Il MIPS è significativo solo se si devono confrontare elaboratori con analoghe caratteristiche strutturali hardware; in ambito scientifico l'unità di misura più comunemente adottata è invece il MegaFLOPS (MFLOPS, milioni di operazioni floating-point per secondo). Nella tabella di fig. 4 [5], è raffigurata una classificazione degli elaboratori vettoriali in funzione delle rispettive potenze di calcolo e del campo di applicazione: come abbiamo già avuto modo di osservare, il DPS90 si colloca nella classe dei mainframe di tipo general purpose con Vector Facility.

Il numero di MegaFLOPS rimane dunque un dato indicativo, se non associato a una determinata applicazione: ad esempio i valori della tabella, come pure quelli riportati dalle case costruttrici, si riferiscono alla velocità di picco dei vari elaboratori.
La velocità di picco è un parametro che dipende esclusivamente dalle caratteristiche hardware del processore, in modo particolare dal ciclo di macchina. Per una pipeline come quella di fig. 3, ad esempio, la massima velocità di elaborazione si raggiunge a regime, quando viene rilasciato un risultato per ogni ciclo di macchina; la velocità di picco in MFLOPS è data dunque dalla formula

$$r_\infty = 1 / (10^6 \cdot cp).$$

Sono però molteplici i fattori che intervengono in un determinato processo e che, di fatto, riducono la velocità di esecuzione rispetto a quella di picco: primo fra tutti la velocità di accesso ai dati in memoria, che normalmente è molto inferiore rispetto a quella delle unità aritmetiche.
Ma mentre questo tipo di inconvenienti può essere superato già a livello hardware, con l'impiego di memorie cache ad accesso veloce e di più unità di load e store per garantire un flusso adeguato di dati attraverso la pipeline, resta il fatto che, in ambito scientifico, le prestazioni di un elaboratore dipendono fortemente dal tipo di applicazione.
Non tutte le operazioni hanno infatti lo stesso "peso": una divisione, ad esempio, richiederà sempre molti cicli macchina in più di una addizione o di una moltiplicazione; inoltre anche una stessa operazione può essere più o meno dispendiosa, secondo il

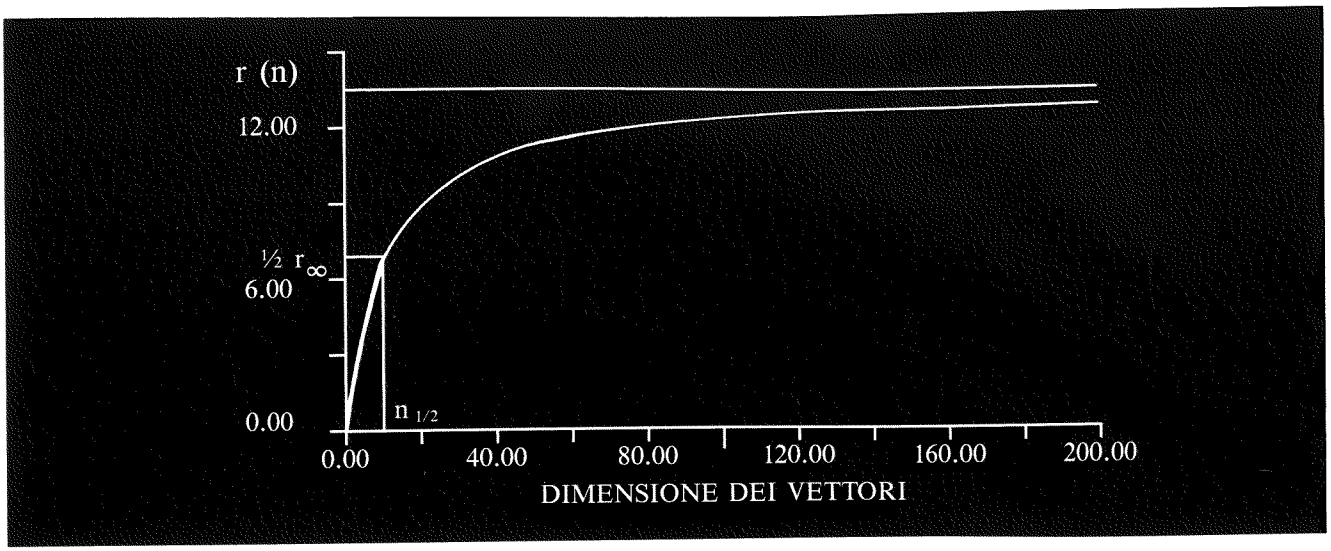


Fig. 5 - Modello teorico della velocità di esecuzione di una istruzione vettoriale

contesto hardware e software in cui è collocata.

La velocità di picco è dunque solo una limitazione superiore, un valore teorico di riferimento che non è possibile superare e che generalmente è anche molto lontano dalle prestazioni reali di un elaboratore: si pone così il problema di valutarle correttamente.
A tale scopo esistono numerosi programmi di test più o meno complessi, che forniscono indicazioni precise sulla potenza di calcolo come pure sulla gestione della memoria o dell'I/O, in base ai quali è possibile fare previsioni abbastanza realistiche sulle prestazioni di un elaboratore in ambito scientifico.

In queste note tratteremo soltanto le operazioni di base dell'algebra lineare: somme, prodotti e divisioni tra vettori, prodotti scalari...
Oltre a determinare lo speed-up, cioè il rapporto tra la velocità di esecuzione vettoriale e quella scalare delle diverse istruzioni, valuteremo, per quanto riguarda l'elaborazione vettoriale, anche il tempo di CPU che viene effettivamente impiegato per la fase di execution. Può infatti accadere che, con vettori di piccole dimensioni, le fasi di start-up e di ending siano così dispendiose rispetto a quella di esecuzione vera e propria, da annullarne completamente i vantaggi. Si tratterà quindi di stabilire una soglia, un numero minimo di ripetizioni oltre il quale l'esecuzione vettoriale di un determinato loop sia effettivamente più veloce di quella scalare.
Evidentemente questi argomenti non danno un quadro completo delle prestazioni di un elaboratore; forniscono comunque una serie di indicazioni importanti sulle caratteristiche della macchina e del compilatore e sugli accorgimenti da adottare per sfruttarle al meglio.

4.2 Il parametro $n_{½}$.

Vediamo ora come è possibile stimare il tempo di esecuzione di una istruzione vettoriale [1].
Consideriamo ancora la somma di due vettori e lo schema di fig. 3 in cui è rappresentata l'esecuzione vettoriale del do-loop corrispondente.
Abbiamo già osservato che, superata la fase di start-up, si ottiene un risultato per ogni ciclo di macchina. Pertanto, il tempo necessario a completare la somma di due vettori di n elementi può essere espresso come

$$(1)\quad t(n) = t_0 + n \cdot cp,$$

t_0 rappresenta il tempo di overhead dovuto principalmente alla fase di START-UP (oltre che, ma con minore incidenza, a quelle di FETCH & DECODE e di ENDING); n*cp è il tempo di esecuzione vera e propria delle n operazioni.
È quindi evidente che tanto maggiore sarà la dimensione dei vettori, tanto più trascurabile sarà il tempo di overhead t_0 rispetto al tempo complessivo di esecuzione t(n), e tanto più vantaggiosa sarà l'esecuzione vettoriale del loop.
Consideriamo infatti la velocità di esecuzione (in Mflops);

$$(2)\quad r = \frac{\text{numero delle operazioni}}{10^6 \cdot \text{tempo di esecuzione}}$$

$$(3)\quad r(n) = \frac{n}{10^6 \cdot t(n)} = \frac{n}{10^6 \cdot (t_0 + n \cdot cp)}$$

il cui andamento è illustrato in fig. 5. Passando al limite per n che tende a infinito (con vettori infinitamente lunghi) si ottiene la performance asintotica

$$(4)\quad r_\infty = \lim_{n \to \infty} r(n) = \frac{1}{10^6 \cdot cp}$$

cioè la velocità di picco teorico definita nel paragrafo precedente.
Le considerazioni fatte fino ad ora si basavano sull'ipotesi di una pipeline in grado di produrre un risultato per ogni ciclo di macchina: la realtà però non rispecchia tale ipotesi, come è facile verificare misurando i tempi di esecuzione.

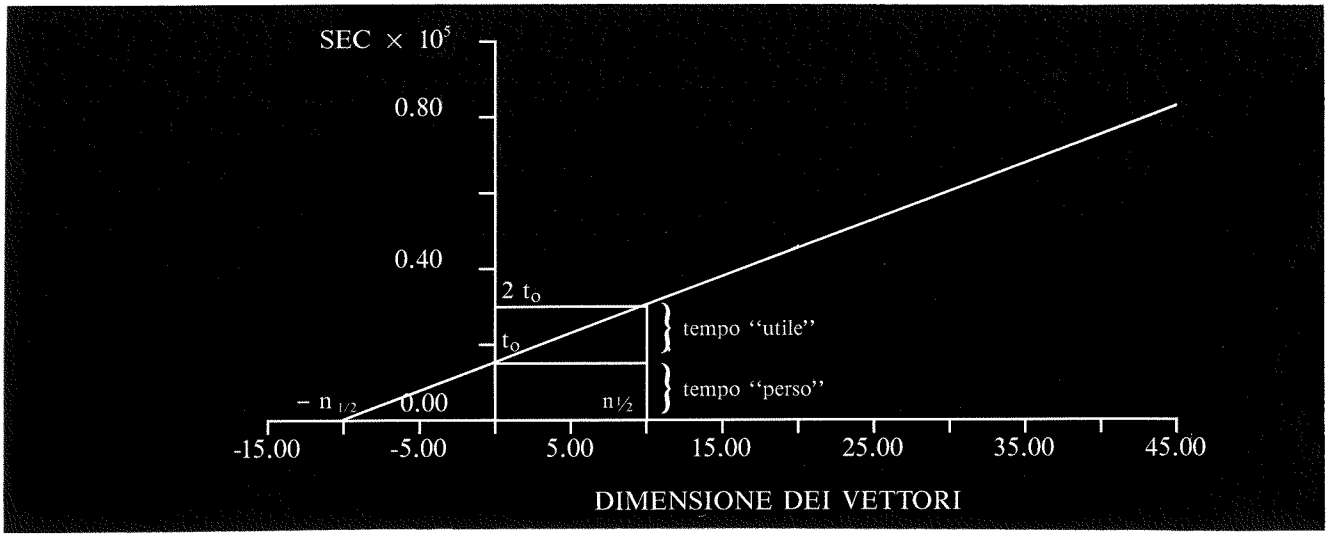


Fig. 6 - Analisi del tempo di esecuzione di una istruzione vettoriale

Il ciclo di macchina del DPS90 è di 36 ns: la velocità di picco è pertanto di circa 28 Mflops. Nella tabella seguente sono riportati i Mflops effettivamente misurati al variare di n per la somma $a_i = b_i + c_i$ in semplice precisione, e sembrano assestarsi intorno a un valore ben lontano dalla performance asintotica.

dimensione dei vettori	Mflop (vettoriale)
2	2.36
4	3,85
6	4.75
8	5,37
16	6.80
20	7.23
40	8.04
60	8.46
120	8.80
200	8.98
400	9.11
600	9.16
800	9.15
1000	9.07

Ipotesi più realistica è che la pipeline produca un risultato ogni m cicli di macchina. Posto $Te = m \cdot cp$, le formule (1), (3) e (4) vengono così generalizzate:

(5) $T(n) = t_o + n \cdot Te$

(6) $R(n) = \dfrac{n}{10^6 \cdot (t_o + n \cdot Te)}$

(7) $R_\infty = 1 / (10^6 \cdot Te)$

Consideriamo ora il parametro $n_{½}$ [2], definito come la lunghezza del vettore per cui si raggiunge metà performance asintotica, come visualizzato in fig. 5.

Applicando la definizione data, dalle (6) e (7) si ottiene

$$R(n_{½}) = \frac{n_{½}}{10^6 \cdot (t_o + n_{½} \cdot Te)} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{10^6 \cdot Te}$$

e dalla seconda uguaglianza si ricava per t_o la seguente espressione:

$$t_o \doteq n_{½} \cdot Te$$

La (5) può così essere riscritta come

$$T(n) = t_o + n \cdot Te = (n_{½} + n) \cdot Te$$

cioè $n_{½}$ rappresenta anche la lunghezza dei vettori che potrebbero essere processati nel tempo di start-up t_o. Più precisamente, come è evidenziato in fig. 6, metà del tempo $T(n_{½})$ necessario a processare vettori di lunghezza $n_{½}$ viene "perso" nella fase di start-up; l'altra metà è il tempo "utile", cioè quello dedicato alla fase di execution, in cui vengono effettivamente eseguite le operazioni aritmetiche tra gli elementi dei vettori.

La coppia di parametri $n_{½}$ e m caratterizza quindi il tempo di esecuzione di una generica istruzione vettoriale: il primo fornisce indicazioni sulla dimensione dei vettori da utilizzare affinchè sia effettivamente vantaggiosa l'elaborazione vettoriale; il secondo permette di stimare la velocità di esecuzione di un elaboratore, essendo legato alla performance asintotica dalla relazione (7).

4.3 Risultati dei test

Discutiamo ora i risultati delle prove numeriche effettuate.
Sono stati presi in esame due gruppi di istruzioni vettoriali: quattro istruzioni diadiche

(8)

a) $a_i = b_i + c_i$
b) $a_i = b_i \cdot c_i$
c) $a_i = b_i / c_i$
d) $s = s + c_i$

e quattro triadiche

(9)

a) $a_i = b_i + s \cdot c_i$
b) $a_i = a_{i-1} \cdot b_i + c_i$
c) $s = s + b_i \cdot c_i$
d) $a_i = b_i + c_i \cdot d_i$

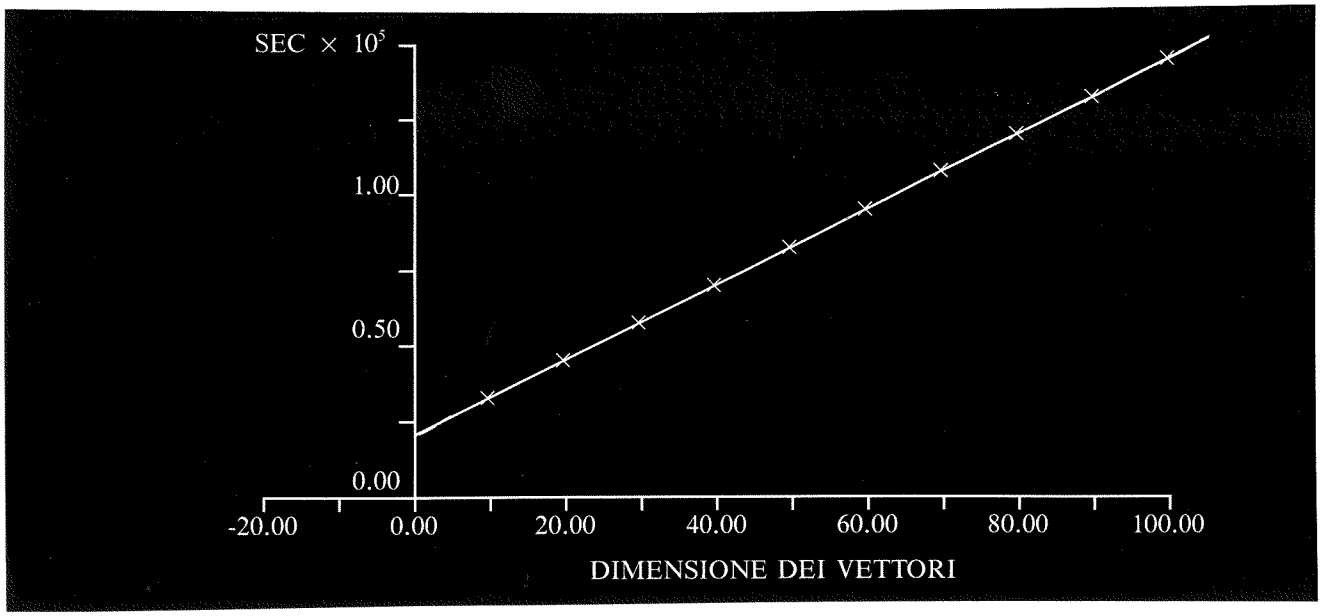


Fig. 7 - Risultati sperimentali relativi all'elaboratore vettoriale DPS90/91

Di ciascuna sono stati misurati i tempi di esecuzione scalare e vettoriale al variare di n, in semplice e doppia precisione.
I coefficienti t_0 e Te della relazione lineare (5) sono stati calcolati determinando con il metodo dei minimi quadrati la retta che meglio approssima le coppie (n,T(n)) (cfr. fig. 7).

È stato così possibile stimare $n_{1/2}$ ed m:

$$n_{1/2} = t_0 / Te; \qquad m = Te / cp$$

Per quanto riguarda la performace asintotica R_∞, la relazione (7) era riferita al loop di addizione tra due vettori, ma è valida in generale per le operazioni diadiche; per istruzioni più complesse si deve tener conto del numero di operazioni floating-point (cfr. [2]). Per le istruzioni triadiche, ad esempio, i valori di R_∞ sono stati ottenuti moltiplicando la (7) per un fattore 2.

I risultati ottenuti confermano le previsioni teoriche dei paragrafi precedenti, evidenziando i seguenti punti:

1) Influenza della lunghezza finita dei vettori sulle prestazioni: i valori di $n_{1/2}$.

La dimensione dei vettori interviene pesantemente sulle prestazioni vettoriali dell'elaboratore; queste crescono rapidamente con n (mediamente già con n=100 si raggiunge il 90% della performance asintotica), ma per piccoli valori di n sono fortemente penalizzate dalla fase di start-up.
Nel caso dell'elaborazione scalare e della divisione vettoriale invece, la mancanza di una vera e propria fase di start-up, o la sua scarsa incidenza sul tempo globale di esecuzione del loop, spiegano come le prestazioni siano sostanzialmente indipendenti da n (o leggermente oscillanti); il valore del parametro $n_{1/2}$ risulta privo di significato (e praticamente nullo) in questi casi.

Il massimo valore di $n_{1/2}$ si riscontra con l'istruzione (8.d) che, essendo la più veloce in assoluto, è anche quella che risente maggiormente del tempo di start-up. Negli altri casi si registrano per $n_{1/2}$ valori piuttosto bassi, compresi tra 2 e 10: e 10 è anche, per default, il numero minimo di iterazioni che un loop deve contenere affinchè possa essere vettorizzato dal compilatore FORTRAN 77-ESV.

2) Velocità asintotica.

La massima velocità asintotica è di 13.86 Mflops e si ottiene in corrispondenza delle istruzioni (8.d), (9.a) e (9.c). Coincide con la metà del picco teorico ed implica quindi l'esecuzione di una operazione floating point (l'addizione per la (8.d), l'addizione e la moltiplicazione per la (9.a) e la (9.c)) in due cicli macchina.

Per quanto riguarda le altre istruzioni diadiche, è possibile osservare l'equivalenza tra le operazioni di addizione e moltiplicazione (entrambe richiedono 3 cicli macchina, con una velocità asintotica di 9.2 Mflops), mentre la divisione risulta essere estremamente lenta (32 cicli macchina!) ed è pertanto da evitare dove possibile.
Tra le istruzioni triadiche la (9.d) è la più lenta perchè non possono essere caricati contemporaneamente quattro vettori. Non esiste nel VIS un'istruzione vettoriale corrispondente alla (9.d) e, di conseguenza, le operazioni di somma e moltiplicazione non possono essere eseguite in parallelo, cioè contemporaneamente su indici diversi, come invece accade con le (9.a), (9.b) e (9.c). La (9.d) viene di fatto spezzata dal compilatore in due istruzioni vettoriali, una di moltiplicazione e una di addizione, con l'ausilio di un vettore di lavoro per i risultati intermedi:

$$v_i = c_i \cdot d_i$$
$$a_i = b_i + v_i$$

Le prestazioni coincidono quindi con quelle delle corrispondenti operazioni diadiche.

Particolarmente interessanti sono i dati relativi alla ricorsione lineare del primo ordine (9.b) che, come più in generale tutti le strutture ricorsi-

ve, rappresenta per i compilatori vettoriali uno dei principali fattori di inibizione alla vettorizzazione. Il VIS comprende infatti una istruzione che corrisponde alla (9.b): quest'ultima quindi, non solo non inibisce la vettorizzazione, ma è anche una delle istruzioni più efficienti.

3) Risultati in doppia precisione.

Dalle prove effettuate risulta che la velocità di esecuzione delle istruzioni vettoriali in doppia precisione è generalmente inferiore rispetto a quella delle corrispondenti istruzioni in semplice precisione, diversamente da quanto accade con l'elaborazione scalare, per cui si ottengono prestazioni equivalenti in semplice e doppia precisione.
In scalare infatti le operazioni floating- point vengono comunque eseguite in precisione estesa, e il risultato viene poi opportunamente arrotondato.
In vettoriale soltanto l'addizione richiede lo stesso numero di cicli di macchina in semplice e doppia precisione; per le altre operazioni il passaggio alla doppia precisione comporta un ritardo di due cicli di macchina.
Diminuiscono pertanto i valori della velocità asintotica, (anche se il picco viene ancora raggiunto con la (8.d)), il peso del tempo di start-up su quello globale di esecuzione (e quindi $n_{1/2}$) e il rapporto di speed-up tra le prestazioni vettoriali e scalari dell'elaboratore.

Riferimenti bibliografici

[1] W. Schönauer - *"Scientific Computing on Vector Computers"*, Special Topics in Supercomputing, Vol. 2, North Holland 1987.

[2] R.W. Hockney, C. R. Jesshope - *"Parallel Computers"*, Adam Hilger, Bristol, 1983.

[3] G. D'Urso, A. Papini - *"DPS90/9000 - Fortran 77-ESV Introduzione tecnica all'utilizzo del Fortran Vettoriale"*, Bull HN Italia, Centro di Competenza Scientifico, Nota Tecnica 4/89.

[4] M.J. Flynn - *"Some computer organization and their effectiveness"*, IEEE Trans. on Comp. c-21 (1972), pp. 948-960.

[5] P.L. Boschetti - *"Sistemi per il calcolo scientifico e tecnico"*, Quaderni di Informatica n. 32 (1988), pp. 25-42.

Spedizione in abbonamento postale, Gruppo IV, 1° semestre.
Pubblicità Inferiore al 70%.
N. 43, Gennaio - Luglio 1992

TAKE PERÇUE
P.P. Tassa riscossa PT Piacenza F. Italia